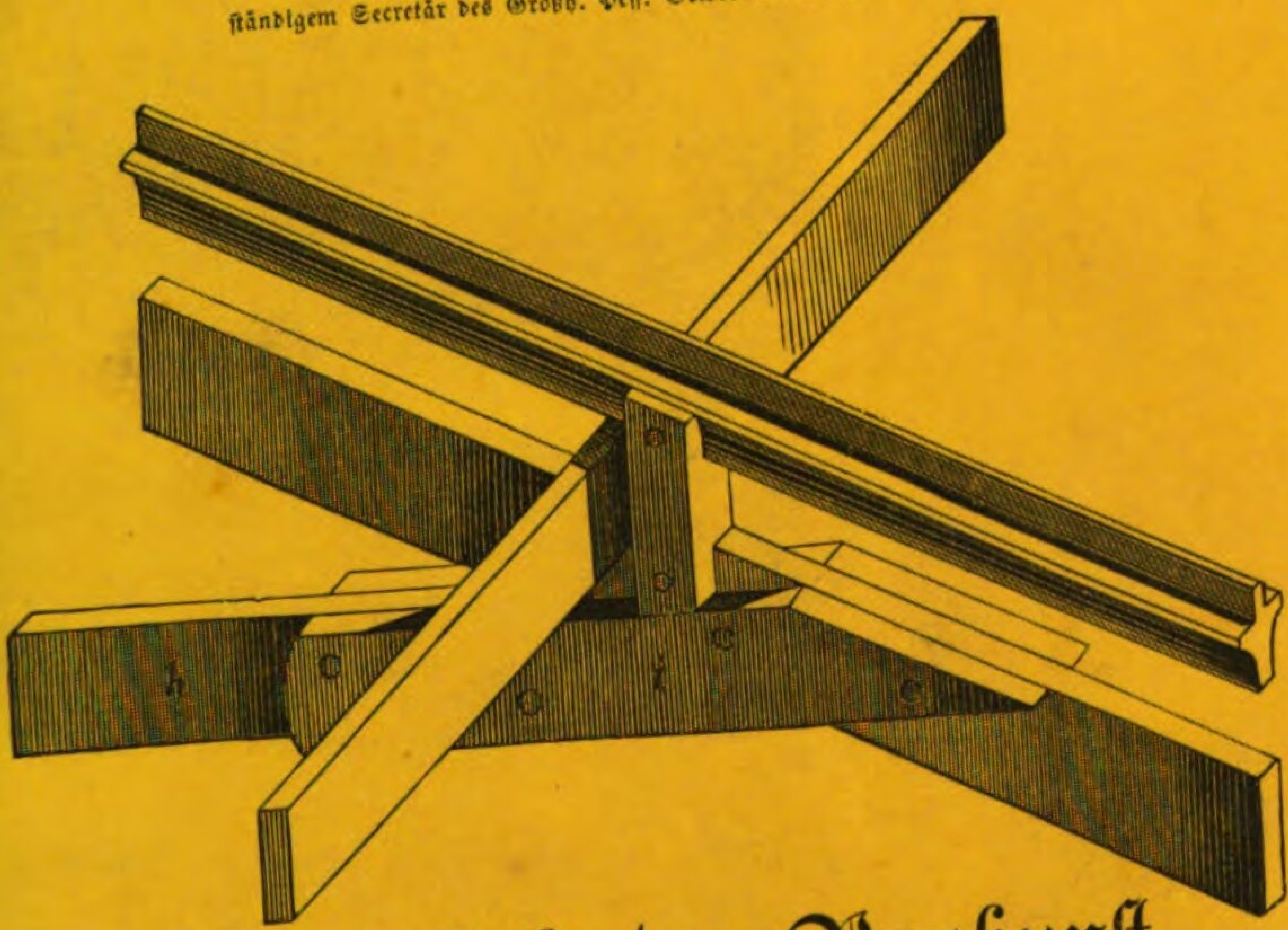
Der Bauschlosser.

II.

Praktisches Hand- und Hülfsbuch
für
Architekten, Bauhandwerker, sowie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet
von
F. Fink,
ständigem Secretär des Großh. Hess. Gewerbvereins zu Darmstadt.



Die Schule der Baukunst.

Dritter Band.

Baugewerke: Zweite Abtheilung. II.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1861.

Die

Schule der Baukunst.

III.

Die

Schule der Baukunst.

Ein Handbuch

für Architekten, Bau- und Gewerbschulen, und zum Selbstunterricht
für
Bauhandwerker und Bauunternehmer.

III. Band.

In drei Abtheilungen.

Enthaltend:

1. Abtheilung. Die Schule des Bautischlers. — **2. Abtheilung.** Die Schule des Bauschlossers, 2 Thle. — **3. Abtheilung.** Die Schule des Tünchers, Stuffateurs und Stubenmalers.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.

1861.

Die

Schule des Bauschlossers.

Praktisches Hand- und Hülfsbuch

für

Architekten und Bauhandwerker, sowie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet

von

F. Fink,

ständigem Secretär des Großh. Hess. Gewerbevereins zu Darmstadt.

Zweiter Theil.

Mit **252** Abbildungen, nach Zeichnungen des Verfassers in Holz geschnitten in der Artistischen Anstalt von **Otto Spamer.**

Leipzig,

Verlag von Otto Spamer.

1861.

Druck von C. W. Leske in Darmstadt.

Vorwort.

Der erste Theil des „Bauschlossers“ wurde am Schluß des Jahrs 1858 ausgegeben. Derselbe behandelt die Materialien, die Handwerkzeuge und die gewöhnlichen Bauarbeiten des Schlossers (Bänder, Klammern, Hängeeisen, Rohrarbeiten, Beschläge für Fenster, Thüren u. s. w., ferner eiserne Thore und Geländer).

In den vorliegenden zweiten Theil des Bauschlossers wurden aufgenommen: Versuchsresultate über die verschiedenen Festigkeiten des Eisens, Werkzeugsmaschinen, Constructionen von eisernen Treppen, von eisernen Zwischendecken, Blitzableiter, Gewächs- und Gartenhäuser, Garten- und andere Möbel von Eisen, sowie Constructionen von einfachen eisernen Dachverbänden. Unsere früher ausgesprochene Absicht, eiserne Brücken und größere Eisenconstructionen für Hochbauten in den vorliegenden Band aufzunehmen, mußten wir ändern. Der beschränkte Raum hätte uns nicht gestattet, den Gegenstand nur einigermaßen eingehend zu behandeln. Ueberdies werden solche größere Arbeiten seltener in den eigentlichen Schlosserwerkstätten angefertigt, sondern beinahe ausschließlich von größeren mechanischen Etablissements übernommen und ausgeführt; sie finden deshalb eine geeignetere Stelle im „Baumechaniker“.

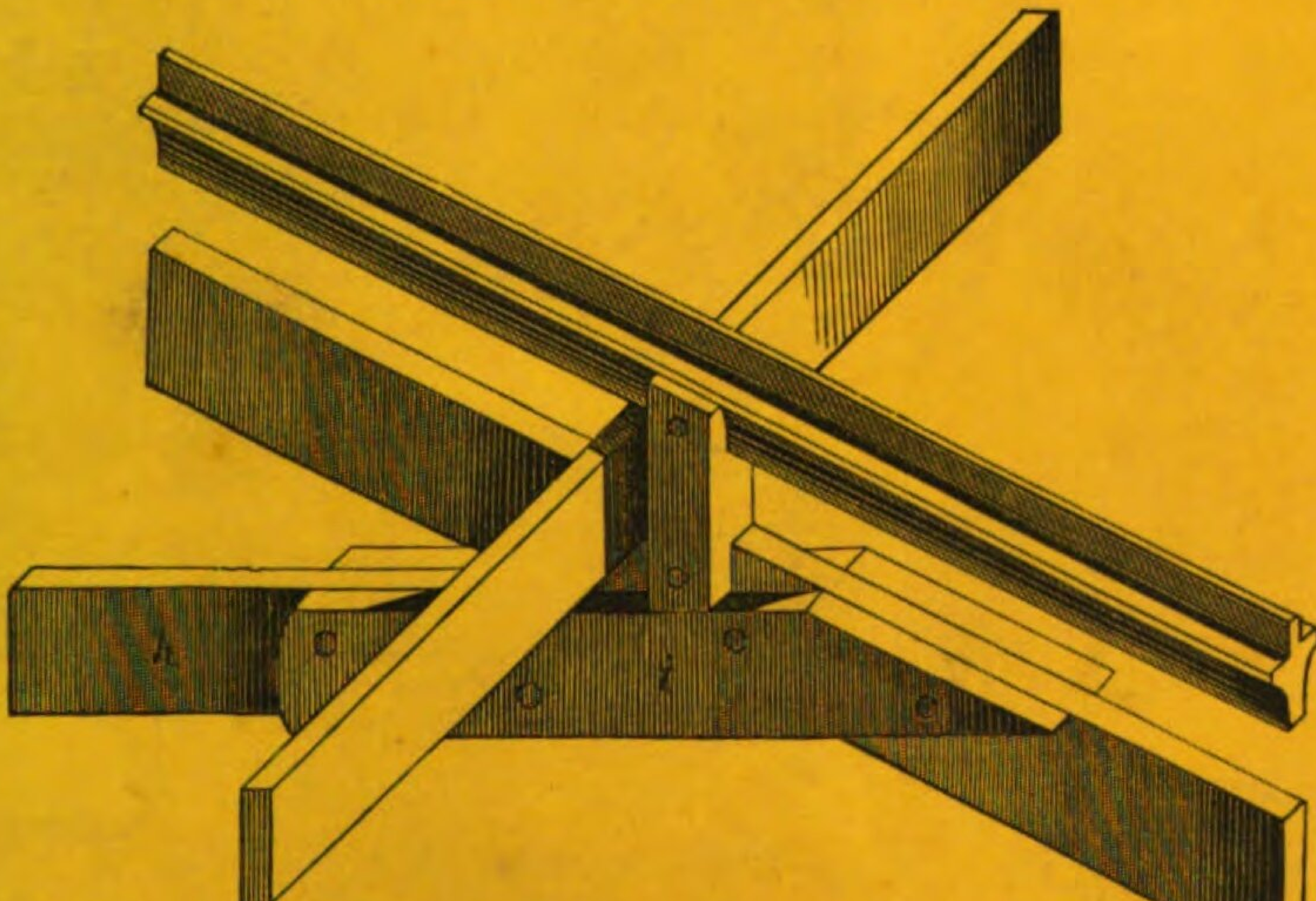
Wir sind nämlich von verschiedenen Seiten angegangen worden, unserem „Bauschlosser“ einen „Baumechaniker“ nachfolgen zu

Der Bauschlosser.

II.

Praktisches Hand- und Hülfsbuch
für
Architekten, Bauhandwerker, sowie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet
von
F. Fink,
ständigem Secretär des Großh. Hess. Gewerbvereins zu Darmstadt.



Die Schule der Baukunst.

Dritter Band.

Baugewerke: Zweite Abtheilung. II.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1861.

Die

Schule der Baukunst.

III.

Die

Schule der Baukunst.

Ein Handbuch

für Architekten, Bau- und Gewerbschulen, und zum Selbstunterricht

für

Bauhandwerker und Bauunternehmer.

III. Band.

In drei Abtheilungen.

Enthaltend:

1. Abtheilung. Die Schule des Bautischlers. — **2. Abtheilung.** Die Schule des Bauschlossers, 2 Thle. — **3. Abtheilung.** Die Schule des Tünchers, Stukkateurs und Stubenmalers.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.

1861.

Die Schule des Bauschlossers.

Praktisches Hand- und Hülfsbuch

für

Architekten und Bauhandwerker, sowie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet

von

F. Fink,

ständigem Secretär des Großh. Hess. Gewerbevereins zu Darmstadt.

Zweiter Theil.

Mit **252** Abbildungen, nach Zeichnungen des Verfassers in Holz geschnitten in der Artistischen Anstalt von **Otto Spamer**.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.

1861.

Druck von C. W. Leske in Darmstadt.

Vorwort.

Der erste Theil des „Bauschlossers“ wurde am Schluß des Jahrs 1858 ausgegeben. Derselbe behandelt die Materialien, die Handwerkzeuge und die gewöhnlichen Bauarbeiten des Schlossers (Bänder, Klammern, Hängeeisen, Rohrarbeiten, Beschläge für Fenster, Thüren u. s. w., ferner eiserne Thore und Geländer).

In den vorliegenden zweiten Theil des Bauschlossers wurden aufgenommen: Versuchsresultate über die verschiedenen Festigkeiten des Eisens, Werkzeugsmaschinen, Constructionen von eisernen Treppen, von eisernen Zwischendecken, Blitzableiter, Gewächs- und Gartenhäuser, Garten- und andere Möbel von Eisen, sowie Constructionen von einfachen eisernen Dachverbänden. Unsere früher ausgesprochene Absicht, eiserne Brücken und größere Eisenconstructionen für Hochbauten in den vorliegenden Band aufzunehmen, mußten wir ändern. Der beschränkte Raum hätte uns nicht gestattet, den Gegenstand nur einigermaßen eingehend zu behandeln. Ueberdies werden solche größere Arbeiten seltener in den eigentlichen Schlosserwerkstätten angefertigt, sondern beinahe ausschließlich von größeren mechanischen Etablissements übernommen und ausgeführt; sie finden deshalb eine geeignetere Stelle im „Baumechaniker“.

Wir sind nämlich von verschiedenen Seiten angegangen worden, unserem „Bauschlosser“ einen „Baumechaniker“ nachfolgen zu

lassen. Kurz nach dem Erscheinen des ersten Theils unseres Bauschlossers wurde uns von mehreren Seiten der Wunsch ausgedrückt, wir möchten uns entschließen, auch diejenigen Arbeiten zu berücksichtigen, welche zwar zu den eigentlichen Schlosserarbeiten nicht zählen, welche aber als verwandte Bautheile in der „Schule der Baukunst" nicht fehlen sollten. Insbesondere zählte man hierher Thurmuhren, Pumpen, Wasserleitungen ꝛc. Der „Baumechaniker" würde hiernach im ersten Theile diese und verwandte Gegenstände, im zweiten Theile eiserne Brücken ꝛc. enthalten; er würde zwar ein selbstständiges Ganze bilden, sich aber doch an den „Bauschlosser" anschließen.

Auch in dem vorliegenden zweiten Theile des „Bauschlossers" haben wir, wie im ersten Theile, wenn es thunlich war, die Maaßangaben in hess. Zollen und im französischen Metermaaß ausgedrückt. Der großh. hess. Zoll hat genau die Größe von $\frac{1}{40}$ Meter, er bildet ein Mittelmaaß aller deutschen Zolle und ist nahezu dem englischen Zoll gleich (Verhältniß wie 1 : 1,01). Bei den Tabellen und Werthangaben des Kapitels über die Festigkeiten des Eisens, wo Maaß und Gewicht in Betracht kommen, haben wir die Reductions-Coefficienten für die Verwandlung der angeführten Zahlenwerthe in die betreffende landesüblichen Maaße und Gewichte der verschiedenen deutschen Staaten angegeben.

Die günstige Aufnahme und Beurtheilung des ersten Theils des „Bauschlossers" von Seiten der geehrten Fachgenossen, Lehrer und Gewerbtreibenden, läßt mich hoffen, daß auch der vorliegende zweite Theil, dessen Erscheinen durch anderweitige Inanspruchnahme meiner Mußestunden verzögert wurde, sich einer freundlichen Aufnahme zu erfreuen haben werde.

Darmstadt, den 1. August 1860.

F. Fink.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Siebenter Abschnitt.

Anhang.

Erster Abschnitt.

Von der Festigkeit des Eisens gegen Ausstrecken, Zerreißen, Zerdrücken, Zerbrechen, Verknicken, Verdrehen, Biegen, u. s. w.

Bei der Verwendung des Eisens als Baumaterial wird dasselbe der Einwirkung von Kräften ausgesetzt, die in verschiedener Weise thätig sein können. Die Kräfte können ziehend wirken, so daß sie bestrebt sind, das Eisen auszurecken oder zu zerreißen; die dem Eisen innewohnende Kraft, welche dem Zerreißen entgegenwirkt, nennt man seine absolute Festigkeit. Es können ferner auf einen Eisenkörper Kräfte wirken, welche ein Zusammendrücken oder Zerdrücken bewirken; die Kraft, welche dem Zerdrücken entgegenwirkt, nennt man die rückwirkende Festigkeit. Endlich kann der Eisenkörper freiliegend auf Stützen ruhen und es sind Kräfte thätig, welche bestrebt sind, ihn auszubiegen und zu zerbrechen. Die dem Eisen eigenthümliche Kraft, welche dem Zerbrechen entgegenwirkt, nennt man seine relative Festigkeit. Endlich können Kräfte auf den Körper wirken, um ihn zu verdrehen; den Widerstand, welchen derselbe gegen Verdrehungen bietet, nennt man seine Torsionskraft. Noch kommen in einzelnen Fällen in Betracht, die Widerstände gegen das Zerschneiden, das Auseinanderdrücken rc. Beim Zerschneiden oder Ausschneiden werden die Moleküle auseinandergezogen, zusammengepreßt, gebogen und selbst gedreht; sie sind also verschiedenen Kräften auf einmal ausgesetzt. Bei dem Auseinanderdrücken wirkt die Kraft des Zerreißens im Innern des Körpers und bewirkt sein Zerbersten, wenn die Elasticitätsgrenzen überschritten werden; wie dies z. B. bei der Explosion eines Dampfkessels geschieht.

Man hat nun Versuche angestellt, um den Widerstand des Eisens nach diesen verschiedenen Richtungen zu prüfen und die gewonnenen Resultate für Berechnungen der Widerstandsfähigkeit von Eisenconstructionen

anwendbar zu machen. Wir werden die Versuchsresultate verschiedener Experimentatoren hier mittheilen. Es ist einleuchtend, daß, da allen Untersuchungen der Art immer bestimmte Eisensorten zu Grund gelegt wurden, und die Eisensorten oft sehr verschieden in ihren Eigenschaften sind, auch die durch Versuche ermittelten Zahlenwerthe für die Festigkeitscoefficienten nicht als allgemein gültig betrachtet werden können; sie gelten zunächst nur für diejenigen Eisensorten, welche bei den Versuchen verwendet wurden, und können für andere ähnliche Eisensorten nur als annähernd richtig betrachtet werden.

Hierbei kommt noch ferner in Betracht, daß die Festigkeit einer und derselben Eisensorte durch mancherlei Einflüsse wesentlich vermehrt oder vermindert werden kann. Von großem Einfluß ist die Reinheit des Metalls, die Beschaffenheit des Erzes, der Hitzgrad, bei welchem es geschmolzen wurde u. s. w. Vermehrt wird die Festigkeit des Eisens durch die innigste Durcharbeitung und Vermengung seiner Atome. Wir werden später sehen, daß die Festigkeit des Gußeisens durch wiederholtes Umschmelzen bedeutend vergrößert werden kann und daß die Wahl des Brennmaterials beim Schmelzproceß von Einfluß ist. Auch ist durch Versuche festgestellt, daß durch Vermischen verschiedener Eisensorten festeres Gußeisen hergestellt werden kann. Schmiedeisen wird um so fester, zu je kleineren Stücken es ausgeschmiedet oder zu je dünnerem Draht es ausgestreckt wird. Es ist längst bekannt, daß, wenn ein stärkeres Eisenstück durch Zusammenschweißen von einem Bündel dünner, vorerst für sich ausgeschmiedeter, Stäbe hergestellt wird, dasselbe eine größere Festigkeit erlangt, als wenn man es gleich aus einer Luppe ausschmiedet. Weiches Schmiedeisen kann durch die Einwirkung eines Magnets härter und fester gemacht werden. Die Festigkeit des Eisens kann dagegen auch wesentlich vermindert werden. Bei Gußeisen ist dies der Fall, wenn die Abkühlung beim Guß eine ungleichmäßige war und hierdurch eine Spannung in demselben erzeugt wurde. Die Festigkeit des Schmiedeisens wird wesentlich vermindert, wenn es fortwährenden Erschütterungen oder Stößen ausgesetzt wird; es ändert dann vollständig sein Gefüge, wird krystallinisch und brüchig.

Schmiedeisen, Gußeisen und Stahl zeigen bezüglich ihrer Festigkeiten wesentliche Verschiedenheiten. Wir werden die dieserhalb von verschiedenen Seiten angestellten Versuche getrennt anführen. Wir haben es für nothwendig gehalten, möglichst viele, wenn auch oft abweichende, Versuchsresultate verschiedener Experimentatoren aufzuführen. Es war

hierbei auch die Absicht, zu zeigen, in welcher Weise die Versuche und mit welchen Eisensorten sie angestellt wurden, da man hierdurch eine klarere Einsicht gewinnt, als wenn nur die Mittelwerthe für die verschiedenen Festigkeiten in einer Tabelle oder Uebersicht zusammengestellt worden wären.

Elasticität des Eisens; Widerstand desselben gegen Ausrecken und Zerreißen.

Unter Elasticität versteht man die Fähigkeit der Körper in ihren ursprünglichen Zustand wieder zurückzugehen, wenn sie durch die Einwirkung von Kräften eine Verlängerung oder Verkürzung erfahren haben und diese Kräfte nicht mehr wirksam sind. Man nimmt im Allgemeinen an, daß die Verlängerungen und Verkürzungen den Kräften proportional sind, welche sie erzeugen. Strengt man aber den Körper übermäßig an, so daß die Elasticität gestört wird, so entsteht eine bleibende Veränderung und es stehen dann die Verlängerungen oder Verkürzungen zu den Belastungen in einem anderen Verhältniß. Einige nehmen auch an, daß selbst geringe Belastungen eine ständige Störung im Körper hervorbringen; allein die Versuche sind in dieser Hinsicht noch nicht entscheidend. Innerhalb der Grenzen (der sogenannten Elasticitätsgrenzen), wo die bleibende Störung den Belastungen proportional bleibt, ist sie so schwach, daß man sie in der Praxis nicht berücksichtigt.

Als Maßstab der Elasticität nimmt man die Kraft an, welche im Stande sein würde, den Körper um das Doppelte seiner Länge auszustrecken. Denkt man sich z. B. einen prismatischen Stab von einem Quadratzoll Querschnitt und beliebiger Länge, und denkt sich ferner eine Belastung, welche diesen Stab auf das Doppelte seiner ursprünglichen Länge ausreckt (angenommen, daß eine solche Ausstreckung überhaupt möglich ist), so wird diese Belastung der Elasticitäts-Modulus (das Maß der Elasticität) des Körpers, woraus der betreffende Stab hergestellt war, genannt. Da nun, wie oben bemerkt, angenommen wird, daß die Kräfte, welche zum Ausrecken oder Zusammendrücken eines Körpers bis zu einer gewissen Länge erforderlich sind, der Größe dieser Veränderungen proportional bleiben, so genügt es zur Bestimmung des Elasticitäts-Modulus zu wissen, wie groß die Belastung ist, welche erfordert wird, um den Körper auf eine kleinere Länge auszustrecken oder zusammenzudrücken. Bezeichnet nämlich E den Elasticitäts-Modulus,

a den Querschnitt und l die Länge eines Stabes, P eine auf ihn wirkende Belastung und l′ die durch diese Belastung hervorgebrachte Verlängerung oder Verkürzung, so hat man nach obiger Voraussetzung die Gleichung:

$E = \frac{P. l}{a. l'}$, woraus sich der Elasticitäts-Modulus E leicht berechnen läßt.

A. Versuche über die Elasticität des Eisens.

1. Schmiedeisen.

Versuche von Hodgkinson. Derselbe verwandte zu seinen Versuchen Eisen von der besten Beschaffenheit. Die Stangen hatten eine Gesammtlänge von 59 hess. Fußen ($14^3/_4$ Meter) und einen mittleren Durchmesser von $^1/_2$ Zoll; sie waren aus mehreren Längen zusammengesetzt und durch Muffen verbunden. Bei jeder Belastung wurde die ganze Verlängerung und nach Wegnahme der Belastung die permanente Verlängerung ermittelt. Der Unterschied beider Größen bildet die elastische Verlängerung.

Grossherzogl. hessisches Mass und Gewicht.			
Belastungen auf einen Quadratzoll i. Pfunden. P.	Verlängerung für jede Längeneinheit. Totale.	Verlängerung für jede Längeneinheit. Permanente.	Elasticitätsmodulus in Pfunden für den Quadratzoll Querschnitt. E.
2344	0,000082	—	28420000
4689	0,000185	—	25320000
7033	0,000284	0,00000254	24740000
9378	0,000380	0,00000339	24680000
11722	0,000475	0,00000424	24680000
14066	0,000571	0,00000508	24680000
16411	0,000665	0,00000677	24680000
18755	0,000760	0,00001009	24680000
21096	0,000873	0,00003303	24130000
23444	0,001013	0,00008300	23120000
25788	0,001283	0,00026169	20110000
28133	0,002227	—	—
30477	0,004287	0,00307099	7130000
32812	0,009156	0,00846907	3574000
35166	0,010493	0,00910236	3364000
nach 10 Stunden.	0,0120271	—	
37510	0,0178883	0,0165145	2093000
39855	0,0214859	0,0197954	1846000
42190	0,0247744	0,0220119	1700000
44544	0,0349354	0,0328101	1188000
46888	Bruch.		

Um den Werth der Zahlen von P und E in der ersten und letzten Spalte für andere Maß- und Gewichtsysteme leicht zu erhalten, geben wir hier die Coefficienten, womit diese Zahlen zu multipliciren sind.

1. Für den preuß. Q.-Z. in Zollpfunden = 1,0941.
2. Für den österr. Q.-Z. in österr. Pfdn. = 0,991.
3. Für den bayr. Q.-Z. in bayr. Pfdn. = 0,84494.
4. Für den sächs. Q.-Z. in Zollpfunden = 0,8915, in sächs. Pfdn. = 0,9542.
5. Für den würtemberger Q.-Z. in Zollpfdn. = 1,3133.
6. Für den badischen und nassauischen Q.-Z. in Zollpfunden = 1,44.
7. Für den französ. Q.-Cent. in Kilogr. = 0,08.
8. Für den engl. Q.-Z. in Avoir-dupois Pfund = 1,1377.
9. Für den braunschw. Q.-Z. in Zpfd. = 0,90307.
10. Für den hannöv. Q.-Z. in Zpfd. = 0,9474.

Aus den vorstehenden Versuchen ergeben sich nachstehende Folgerungen: Bis zu einer Belastung von circa 18000 Zollpfund auf den hess. Quadratzoll (6,25 Quadratcentimeter) sind die totalen und permanenten Verlängerungen den Belastungen ziemlich proportional und so klein, daß die permanenten Verlängerungen für die Praxis vernachlässigt werden können. Es ist dies die Elasticitätsgrenze. Innerhalb dieser Grenze kann der Elasticitäts-Modulus zu 24500000 Pfund pro hess. Quadratzoll; oder zu 1880000 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter angenommen werden. Ueber diese Grenze hinaus wachsen sowohl die totalen als permanenten Verlängerungen in weit stärkerem Verhältniß.

Bornet hat ähnliche Versuche mit zähen Eisenstangen von 2 Zoll (49,5 Millimeter) Durchmesser und 25,68 hess. Fuß (6,42 Meter) Länge angestellt. Es ergab sich daraus, daß der Elasticitäts-Modulus bis zu 17000 Zollpfund pro hess. Quadratzoll, oder 1360 Kilogramm für den Quadrat-Centimeter als ziemlich constant betrachtet werden kann, und circa 26500000 Pfund pro Quadratzoll beträgt. Ganz auffallend rasch nimmt aber dann bei größerer Belastung als 17000 Pfund der Elasticitätsmodulus ab, dann aber wieder langsamer und ziemlich constant, wenn man sich der Bruchbelastung nähert. Der Bruch erfolgte bei 40000 Pfund Belastung pro Quadratzoll.

Malberg hat über die Elasticitätsverhältnisse stärkerer Schmiedeeisensorten ebenfalls Versuche angestellt, welche in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen von 1849 ausführlich beschrieben sind. Das bei den Versuchen benutzte Eisen war aus mit Holzkohlen im Hohofen kalt erblasenem Roheisen dargestellt, das dann im Puddlingsofen gefrischt und ausgewalzt wurde. Packete von 10 solcher zusammengelegten Stäbe wurden im Schweißofen erhitzt und unter einem schweren Hammer zusammengeschweißt und ausgeschmiedet. Hierauf erhielt das Eisen abermals Schweißhitze und wurde unter Walzen in die bestimmte Stärke ausgewalzt. Die bei den Versuchen benutzten Stäbe waren 6—9,5 Fuß lang, hatten eine Breite von 7,5 bis 7,6 Zoll und eine Dicke von 1—1,1 Zoll. Die Belastungen wurden allmählig gesteigert und bis zum Zerreißen fortgesetzt. Aus diesen Versuchen ergab sich, bei einer durchschnittlichen Belastung von 20546 Pfd. pro Quadratzoll an der Elasticitätsgrenze, eine Verlängerung von 0,0010272 für jede Längeneinheit und ein Elasticitätsmodulus von 20000000 Pfd. per Quadratzoll, oder 1600000 Kilogramm per 1 Quadrat-Centimeter.

Ardant hat Versuche mit ausgeglühtem Draht von weichem Eisen und mit nicht ausgeglühtem Draht von hartem Eisen angestellt. Bis zu einer Belastung von 31250 Pfd. wurde der Elasticitätsmodulus ganz constant und zwar für den weichen ausgeglühten Draht zu 21270000 und für das harte nicht ausgeglühte Eisen zu 24047000 Pfd. gefunden. Bei dem ausgeglühten weichen Eisen nahm von 31250 Pfd. bis zu 56265 Pfd. pro 1 Quadratzoll, wo der Bruch erfolgte, die Elasticität sehr rasch ab; sie war kurz vor dem Bruch beinahe ganz verloren. Dagegen verminderte sich die Elasticität des harten, nicht ausgeglühten Eisens bis zum Bruch, welcher bei einer Belastung von 62517 Pfd. pro Quadratzoll erfolgte, nur sehr wenig. Bei harten und elastischen Körpern wachsen die Verlängerungen langsam und ziemlich beständig, bis plötzlich der Bruch erfolgt. Weiche und zähe Körper dehnen sich im Gegentheil vor dem Bruch bedeutend aus, verlieren ihre Elasticität beinahe vollständig vor dem Bruch und kündigen so denselben lange vorher schon an.

2. Gusseisen.

Versuche von Hodgkinson. Die Versuchsstangen hatten eine Gesammtlänge von 61 hess. Fuß (15,25 Meter), sie waren aus einzelnen Stangen von 12,2 Fuß (3,05 Meter) zusammengesetzt und hatten einen Querschnitt von 1,03 Quadratzoll (6,45 Quadratcentimeter). Vier verschiedene Eisensorten wurden untersucht und ergaben im Mittel folgendes Resultat.

Belastungen pr. Quadratz. hess. in Zollpfunden. I.	Verlängerung für jede Längeneinheit. Totale. II.	Permanente. III.	Elasticitätsmodulus für einen hess. Quadratzoll in Zollpfunden. IV.	Coefficienten zur Reduction der Werthe in Spalte I. und IV. für:
926	0,000075	—	12340000	Preußen = 1,0941.
1389	0,000114	0,00000183	12160000	Oesterreich = 0,991.
1852	0,000155	0,00000454	11950000	Bayern = 0,8449.
2778	0,000239	0,00000891	11610000	Sachsen, in sächsischen
3704	0,000326	0,00001460	11360000	Pfunden = 0,8915 in
4629	0,000416	0,00002200	11110000	Zollpfd. = 0,9542.
5555	0,000510	0,00003100	10900000	Würtemberg=1,3133.
6481	0,000611	0,00004300	10600000	Baden und Nassau
7407	0,000715	0,00005590	10360000	= 1,44.
8333	0,000828	0,00007030	10060000	England = 1,1377.
9259	0,000946	0,00008840	9790000	Braunschweig=0,903.
10185	0,001068	0,00010880	9530000	Hannover = 0,9474.
11111	0,001206	0,00013390	9210000	Frankreich auf den
12036	0,001392	0,00017460	8650000	Quadrat-Centimeter in
12962	0,001548	0,00020070	8370000	Kilogramm = 0,08.
13887	Bruch.	—	—	

Vergleicht man diese Versuche mit den Versuchen über die Elasticität des Schmiedeisens, so bemerkt man, daß der Elasticitätsmodulus hier viel kleiner und nirgends constant ist; er vermindert sich bis zum Bruch ganz allmählig. Es existirt hier also keine Grenze der vollkommenen Elasticität, bis zu welcher der Modulus sich als constant erweist. Man nimmt deßhalb gewöhnlich für Gußeisen den mittleren Elasticitätsmodulus aus den beiden Grenzwerthen an und erhält für die vorliegenden Versuche somit $\frac{12340000 + 8370000}{2} =$ 10355000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, oder 828400 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Diesem Modulus entspricht nach obiger Tabelle eine Belastung von circa 7400 Pfd. pro Quadratzoll oder 592 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Diesen Werth nimmt man als Grenze der vollkommenen Elasticität des Gußeisens an.

Nach Angabe von **Morin** beträgt der Elasticitätsmodulus für feinkörniges Gußeisen 15540000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, also $^1/_3$ mehr als oben nach Hodgkinson gefunden wurde.

B. Versuche über die absolute Festigkeit des Eisens.

Diese Versuche wurden in der Absicht angestellt, die Belastungen zu ermitteln, durch welche die verschiedenen Eisensorten zerrissen werden. Die absolute Festigkeit ist unabhängig von der Länge des Stabes, dagegen ist sie proportional dem Querschnitt, und wird durch die Beschaffenheit der Eisenqualität bedingt: Zähes, weiches Schmiedeisen erfährt durch zunehmende Belastung bis zum Bruch eine beträchtliche Verlängerung, während hartes Schmiedeisen, Gußeisen und Stahl sich wenig ausrecken und plötzlich kurz abreißen. Bei den nachstehenden Versuchen ist die absolute Festigkeit pro Quadratzoll in Pfunden ausgedrückt. Um die Festigkeit irgend einer Stange zu bestimmen; hat man nur nöthig, ihre Querschnittsfläche in Quadratzollen auszudrücken und mit den unten angegebenen entsprechenden Werthen zu multipliciren.

1. Schmiedeisen und Stahl.

Versuche von Dahlmann mit verschiedenen Eisensorten von dem Königl. Würtembergischen Eisenhüttenwerk Friedrichsthal. (Würtemberger Gewerbeblatt von 1856. Nr. 47).

Es wurden 15 verschiedene Eisensorten probirt. Die Versuchsstäbe waren 8,02 hess. Zoll lang und von quadratischem 6,7 Linien starkem Querschnitt. Für jede Sorte wurden 6 Versuche gemacht, deren arithmetisches Mittel die nachstehende Tabelle enthält.

Ord. Nr.	Versuchte Eisensorten.	Belastung bis zum Zerreißen für einen hess. Quadratzoll Querschnitt in Zollpfunden.
1.	Schwahleisen; von sehniger Textur, aus Abfällen bei der Stahlraffinerie oder Schwählen erzeugt.	53000
2.	Renneisen; von sehniger Textur, sehr weich, aus Alteisen und Drehspähnen mit Zusatz von Schwählen erzeugt. Wird besonders für Dampfkesselnieten verwendet.	56980
3.	Ordinäres Frischeisen; von körnig sehniger Textur, aus Roheisen von 1/3 Brauneisenstein und 2/3 Bohnerzen dargestellt.	56980
4.	Besseres Frischeisen; von feinkörniger Textur, aus Roheisen von 2/3 Brauneisenstein und 1/3 Bohnerzen dargestellt.	61400
5.	Roher Schmelzstahl, abgeschweißt und ausgestreckt; wird zum Anstählen gröberer Werkzeuge verwendet.	77200
6.	Cementstahl, abgeschweißt und ausgestreckt. Derselbe wurde aus Eisen Nr. 1 u. 2 mit Anwendung von Holzofengasen erzeugt.	112300
7.	Raffinirter Schmelzstahl, zweimal raffinirt, weiche Qualität zu Federn verwendet, K° gezeichnet.	84900
8.	Raffinirter Schmelzstahl, zweimal raffinirt, etwas härter, zu Messern rc. verwendet, uu gezeichnet.	89900
9.	Raffinirter Schmelzstahl, zweimal raffinirt, harte Qualität, für Feilen, F° gezeichnet.	95000
10.	Gußstahl; weichste Sorte, zu Federn, F gezeichnet.	90280
11.	Gußstahl; etwas härter, zu Maschinentheilen, K.	90800
12.	Gußstahl; die härteste Sorte für Prägstempel P.	131200
13.	F-Stahl, in der Kirschrothhitze gehärtet und blau angelaufen.	129200
14.	K-Stahl in der dunkelrothen Hitze gehärtet und blau angelaufen.	171200
15.	P-Stahl, schwarzrothglühend abgehärtet, grau angelaufen.	178700

Anmerkung. Die Zahlen in vorstehender Tabelle sind mit den betreffenden Coefficienten von Seite 4 zu multipliciren, wenn man die Reduction auf anderes Maß und Gewicht wünscht.

Bei den weichen Eisensorten war deutlich zu bemerken, wie das Zerreißen nur allmälig erfolgte und sich das Eisen erst in die Länge zog. Bei den weichsten Sorten wurde der Querschnitt an der Bruchstelle beinahe auf die Hälfte im Moment des Bruchs verringert. Dagegen blieb die Größe des Querschnitts bei den gehärteten Gußstahlstäben unverändert.

Franz Ritter von Uchatius' Festigkeitsproben mit dem Gußstahl von Otto Grubitz (Gußstahlfabrik „Carlswerk" bei Neustadt-Eberswalde, nahe Berlin). (Siehe Dingler's polyt. Journal Bd. 155. S. 234.) Aus der von einem Geschützrohre herausgeschmiedeten Schiene, deren eine Hälfte dem freien Verkühlen an der Luft überlassen war, deren andere Hälfte aber nach der bei O. Grubitz üblichen, auch bei dem Geschützrohre selbst angewendeten Manier gehärtet wurde, ließ Uchatius vier Stäbe — aus jeder Hälfte zwei — erzeugen, wie er sie gewöhnlich für Gußstahlproben anfertigen läßt. Der mittlere 4 österr. Zoll lange Theil der Stäbe war quadratisch und hatte 1/4 Zoll Seite. Das Zerreißen wurde auf einer eigens für diesen Zweck construirten, sehr genauen Maschine ausgeführt. Die Resultate waren: Absolute Festigkeit des weichen Stahls = 110920 Pfd. per hess. Q.-Zoll, oder 8873 Kilogramm per Quadrat-Centimeter. Absolute Festigkeit des gehärteten Stahls = 182760 Pfd. per hess. Quadrat-Zoll, oder 14620 Kilogramm per Quadrat-Centimeter. Es verhält sich hiernach die Festigkeit des gehärteten Stahls zu dem weichen beinahe wie 18 : 11. Die Längenstreckung trat bei dem gehärteten Stahl wohl später ein als bei dem weichen, aber im Momente des Zerreißens war sie in beiden Fällen gleich groß. Uchatius hat mit derselben Maschine noch verschiedene Festigkeitsversuche angestellt, welche zur Vergleichung dienen und folgende Resultate lieferten.

Geschütz-Gußeisen = ...	38,340	Pfd.
Schmiedeisen, steyrisches, vorzüglicher Qualität =	52,470	„
Nicht gehärteter:		
1. Steyrischer Federstahl = ...	90800	„
2. Krupp'scher Stahl aus einem Flintenlaufe =	100900	„
3. Hundsmann Stahl = ...	121000	„
4. Englischer Federstahl = ...	111000	„
5. Preußischer Federstahl = ...	111000	„
6. Steyrisches Stahlblech, längs der Faser =	80700	„
7. Desgleichen quer der Faser = ...	83760	„

8. Nach der Uchatius'schen Methode erzeugter Stahl, härtester = ... 141260 Pfd.

9. Desgleichen weicher = ... 100900 „

Mussbenbroek fand für Quadratstäbe von $^1/_{10}$ Zoll bei 3 verschiedenen Sorten nicht gehärteten Stahls im Mittel 100620 Pfd. per hess. Quadrat-Zoll; für gehärteten und nicht wieder nachgelassenen sehr guten Stahl 96320 Pfd., für gehärteten und schwach angelassenen sehr guten Stahl 129000 Pfd. und für gehärteten und stärker angelassenen sehr guten Stahl 116000 Pfd.

Nach Rennie beträgt die absolute Festigkeit für ausgeschmiedeten Gußstahl 117670 Pfd., für Cementstahl 116700 Pfd. und für Gerbstahl 111800 Pfd. per hess. Quadratzoll.

Versuche von Malberg. Diese Versuche waren vornehmlich darauf gerichtet, die Verminderung der absoluten Festigkeit in den Schweißstellen zu ermitteln. Im Mittel ergab sich die absolute Festigkeit des ungeschweißten Schmiedeisens, aus verschiedenen Versuchen, zu 44700 Zollpfund per hess. Quadratzoll; oder zu 3576 Kilogramm per Quadrat-Centimeter. Dagegen wurde die absolute Festigkeit in den Schweißstellen nur zu 29800 Pfd. per Quadrat-Zoll, oder zu 2384 Kilogramm per Quadrat-Centimeter, also um ein $^1/_3$ geringer, gefunden. Es zeigte sich auch hier, daß dem Bruch eine bedeutende Verlängerung und Verminderung des Querschnitts vom Versuchsstab vorausgeht. Die Ausstreckung betrug $^1/_{43}$ bis $^1/_{17}$ der Länge und der ursprüngliche Querschnitt wurde von 1 auf 0,6 bis auf 0,7 vermindert.

Versuche vom Oberingenieur M. Meißner in Wien. Von ihm sind ebenfalls umfassende Versuche über die absolute Festigkeit von Eisen- und Stahlsorten im April 1858 ausgeführt worden. (Zeitschr. d. österr. Ing.-Vereins 1858. S. 88 und Polyt. Centralblatt 1858 S. 1199.) Die Versuchsstäbe waren 8 Wiener Zoll lang und hatten circa 16 Quadratlinien im Querschnitt; sie wurden aus einem der besten steyrischen Eisenwerke, jenem des Herrn Fr. Meyer in Leoben, entnommen, nämlich Stäbe von Gärbstahl von zweierlei Härtegraden, Schmiedeisen, gefrischt mit Holzkohle, Schmiedeisen, gepuddelt mit Leobner Steinkohle, Gußstahl von dreierlei Härtegraden. Sämmtliche Producte waren aus steyrischem (Vorderberger) Roheisen dargestellt. Die Bruchcoefficienten waren folgende für 1 hess. Quadratzoll Querschnitt und in Zollpfunden ausgedrückt.

Gärbstahl, harter = ...	87634	Pfd.
„ weicher = ...	78298	„
Gefrischtes Eisen mit Holzkohle	41550	„
Gepuddeltes Eisen mit Leobner Steinkohle	39744	„
Gußstahl, harter, wenig schweißbar = . .	111180	„
Gußstahl, weicher, schweißbar = ...	113520	„
Gußstahl, sehr weich, sehr leicht schweißbar =	89777	„

Nach dem Bruch wurden die Querschnitte der Rißflächen gemessen und berechnet, um das Cohäsionsvermögen, bezogen auf die Rißfläche, zu ermitteln. Die Verhältnißzahlen der absoluten Festigkeit zu dem Cohäsionsvermögen bezogen auf die Rißfläche, welche die Verhältnisse der Dehnbarkeit ausdrücken, stellten sich wie folgt:

Harter Gärbstahl	100 : 145.
Weicher „	100 : 168.
Gefrischtes Eisen	100 : 241.
Gepuddeltes Eisen	100 : 212.
Harter Gußstahl	100 : 133.
Weicher „	100 : 150.
Sehr weicher Gußstahl	100 : 180.

Die große absolute Festigkeit des Gußstahls macht, neben seiner guten Schweißbarkeit, denselben vorzugsweise für größere Verwendungen im Baufach da geeignet, wo die absolute Festigkeit vorzugsweise in Anspruch genommen wird. Es sind bereits auch mehrfache Vorschläge gemacht worden das Schmiedeisen durch Gußstahl bei größeren Bauten zu ersetzen.

Die absolute Festigkeit von Eisendraht wird zu 56250—87500 Pfund pr. heſſ. Quadratzoll, oder zu 4500—7000 Kilogr. pr. Quadratcentimeter angegeben. Eine zum Behuf des Baus von Drahtbrücken durch die Pariser Akademie der Wissenschaften niedergesetzte Kommission fand, daß Stangen von 4,5 bis 31,5 Millimeter Dicke eine absolute Festigkeit von 50,000 Pfd. pr. heſſ. Quadratzoll, Drähte von 0,25 bis 6 Millimeter Dicke 75000 Pfd., und daß 24 bis 25mal dünnere Klavierdrähte eine absolute Festigkeit von 100000 Pfd. pr. heſſ. Quadratzoll zeigten.

Versuche von Fairbairn über die Festigkeit von mit besonderer Sorgfalt fabricirtem Stabeisen, welches zu Nieten und Bolzen bei der Kesselfabrikation angewendet wird. — Die Untersuchungen wurden bei gewöhnlicher und erhöhter Temperatur des Eisens gemacht.

Die Stäbe, welche zerrissen werden sollten, waren in ein Oel- oder Wasserbad eingeschlossen, welches mit einem Kohlenbecken umgeben war, um auf die gewünschte Temperatur gebracht zu werden. Die erhaltenen Resultate waren folgende. (Zur Reduction derselben für andere Maße und Gewichte benutze man die Coefficienten auf Seite 4.)

Querschnitt der Versuchsstäbe in Quadratzoll.	Größte Dehnung. Zoll.	Temperatur des Eisens nach Celsius.	Bruchgewicht pro hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Bemerkungen.
0,2564	0,81	34°	55650	Die Kältemischung bestand aus Eis und krystallisirtem Chlorkalium.
0,2564	0,83	16°	54534	Der Bruch zeigte eine große, wie Stahl glänzende Stelle.
0,2564	0,57	32°	56022	Der Stab riß an der Befestigungsstelle aus.
0,2564	0,57	46°	62344	Desgl.
0,2564	0,65	100°	72733	
0,2026	0,47	100°	65255	Der Stab zeigte einen langen mit Schlacken gefüllten Riß.
0,2564	0,67	100°	71267	
0,2026	0,61	121	72314	
0,2564	0,75	132	73124	
0,2026	0,64	154	70902	Der Bruch war vollkommen gesund wie bei dem vorigen und dem nachfolgenden Versuche.
0,2026	0,61	163	77019	
0,2564	0,65	213	72010	Bruch faserig und gut.
0,2564	0,75	224	75729	Bruch vollkommen gut.
0,2564	0,56	Rothglühhitze.	31747	

Aus den vorstehenden Versuchen geht hervor, daß die Festigkeit von — 32° bis zu + 32° Temperatur keine wesentlichen Aenderungen erleidet und daß diese Versuche mit denjenigen von Dahlmann recht gut übereinstimmen. Von + 32° an tritt aber eine bedeutende Steigerung der Festigkeit für höhere Temperaturen ein, bis zu 132°. Von hier an sind einige Schwankungen bemerkbar, aus denen man erkennt, daß man sich in der Nähe derjenigen Temperatur befindet, welche dem Maximum der Festigkeit entspricht. Fairbairn nimmt diese Temperatur zu 163° C an. Die Rothglühhitze ist von dem nachtheiligsten Einfluß auf die Festigkeit des Stabeisens, indem die Festigkeit in derselben auf die Hälfte geschwächt wird.

Der Umstand, daß die Eisenstäbe ein deutliches Maximum der Festigkeit erkennen lassen, was, wie wir später bei den Blechen sehen werden, dort nicht der Fall ist, rührt wahrscheinlich von der verschiedenen Behandlung dieser verschiedenen Eisensorten her. Stabeisen hat unter dem Hammer und durch verschiedene Hitzen eine Ausreckung erfahren, welche bis zum Fünfundzwanzigfachen der ursprünglichen Länge geht, während Blech nur gewalzt und hierdurch höchstens bis auf das Sechsfache seiner ursprünglichen Größe gedehnt wird. Es vermehrt aber das bloße Ausrecken die Festigkeit, wie eine Reihe von Versuchen, die im Arsenal von Woolwich ausgeführt wurden, beweist. Es wurden dort Stäbe von zähem Stabeisen zerrissen, welche bei diesem ersten Zerreißungsversuch durchschnittlich um 9—10 Zoll auf 54 Zoll Länge ausgereckt wurden, bevor der Bruch erfolgte. Das Zerreißungsgewicht betrug 48300 Pfund pro hess. Quadratzoll im Mittel. Wurden nun die bei dem ersten Versuch ausgestreckten Eisenstangen abermals zerrissen, so betrug die Verlängerung von dem Bruch 1/4 bis 2 Zoll auf 36 Zoll Länge und der Bruch erfolgte erst bei einer mittleren Belastung von 52150 Pfd. pro Quadratzoll. Die hier abermals ausgereckten Stangen wurden zum drittenmal bis zum Zerreißen belastet, es betrug hierbei die Verlängerung 0,06 bis 1,5 Zoll auf 24 Zoll und das Bruchgewicht war 54600 Pfd. Noch ein vierter Versuch wurde gemacht. Die Verlängerung betrug bei einem Stab 0,31, bei einem anderen 0,06 Zoll auf 15 Zoll Länge. Das Zerreißungsgewicht war 58800 Pfd. pro Quadratzoll. Diese Steigerung der Festigkeit durch Zerreißen, also trotz allmähliger Abnahme des Querschnitts, ist in praktischer Beziehung sehr interessant, weil sie zeigt, daß das Probiren (z. B. von Gitterbrücken) mit großen Lasten nicht schädlich sein kann.

2. Gusseisen.

Versuche von Hodgkinson. Derselbe hat eine Reihe von Versuchen an mit heißer und mit kalter Luft erblasenen Gußeisenarten angestellt. Im Allgemeinen zeigt das mit kalter Luft erblasene Eisen eine größere Festigkeit als das mit heißer Luft erblasene, wenn beide Eisenarten aus einem und demselben Erz erzeugt wurden. Indeß haben die Versuche auch in einzelnen Fällen das umgekehrte Verhältniß ergeben. Im Durchschnitt wurde die absolute Festigkeit der verschiedenen Gußeisensorten zu 14000

Pfd. per hessischen Quadrat-Zoll oder zu 1180 Kilogramm per Quadrat-Centimeter gefunden. Ein ähnliches Resultat wurde auch von Anderen für die Zerreißungsbelastung des Gußeisens gefunden.

Barlow fand bei einer Reihe von Versuchen den Widerstands-Modulus zu 16480 Pfd. per hessischen Quadrat-Zoll.

Nach Tredgold beträgt die absolute Festigkeit des Gußeisens 13470 Pfd. per hessischen Quadrat-Zoll, nach Brown 14220 Pfd., nach Rennie 17080 Pfd., wenn das Eisen senkrecht und 16350 Pfd. wenn es liegend gegossen wurde, nach Karsten, im Mittel von 11 Versuchen 16535 Pfd.

Man kann nach Vorstehendem die absolute Festigkeit des Schmiedeisens $2^1/_3$ bis 3mal größer annehmen als die absolute Festigkeit des Gußeisens.

C. Festigkeit von Eisenblechen und Vernietungen gegen das Zerreißen.

1. Festigkeit von Eisenblechen.

Versuche von Fairbairn. Dieselben hatten zum Zweck die Widerstandsfähigkeit der Eisenbleche in der Richtung, in welcher sie ausgewalzt wurden und normal gegen diese Richtung zu ermitteln; ferner in welchem Verhältniß die Festigkeit der Bleche selbst zu derjenigen steht, wo dieselben durch Niete vereinigt sind. Auf die in letzter Richtung angestellten Versuche kommen wir später zurück.

Für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit der Eisenbleche selbst wurden Bleche von 0,22 Zoll Dicke verwendet, welche aus mehreren Packeten ausgewalzt worden waren. Die Versuche ergaben, daß die größte Festigkeit bei der einen Blechsorte in der Richtung des Walzens, bei der andern Blechsorte dagegen normal gegen diese Richtung liegt. Im Mittel wurde die Festigkeit in der Richtung des Walzens zu 44200 Pfd. per hessischen Quadrat-Zoll, oder zu 3536 Kilogramm per Quadrat-Centimeter gefunden. In der Richtung quer gegen das Walzen war die Festigkeit 45200 Pfd. per Quadrat-Zoll, oder 3616 Kilogramm per Quadrat-Centimeter. Der Unterschied war hier also nicht sehr bedeutend und man kann nach diesen Versuchen die Festigkeit nach jeder Richtung im Mittel zu 44700 Pfd. per Quadrat-Zoll, oder zu 3576 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter annehmen. Bei anderen Versuchen hat sich dagegen ergeben, daß sich die Festigkeit in der Richtung des Walzens zu derjenigen der Querrichtung wie 5 : 4 verhält.

Versuche von C. Schönemann. Diese Versuche, beschrieben in der Zeitschrift deutscher Ingenieure von 1858, wurden in verschiedenen Richtungen angestellt. Wir theilen die Resultate im Auszug mit. Blechstreifen wurden an dem einen Ende eines Hebels eingehängt und an dem andern Ende wurden nach und nach Gewichte aufgelegt, bis der Streifen riß. Zu dem Hebel wurde eine Eisenbahnschiene benutzt. Die Breite der Bleche war stets 12 preußische Linien (1,046 hessische Zoll oder 26,15 Millimeter); die Dicke betrug 4 — 5,75 preußische Linien (0,349 — 0,5 heß. Zoll oder 8,7 — 12,5 Millimeter). Die nachstehende Tabelle enthält die Zerreißungsbelastungen, wenn die Blechstreifen bei gewöhnlicher Temperatur zerrissen wurden.

Ord. Nr.	Bezeichnung der Bleche.	Mittlere Belastungen, welche den Bruch bewirkten pro heß. Quadratz. in Zollpfd. In der Richtung des Walzens.	Quer gegen die Richtung des Walzens.
1.	Lowmoorbleche aus England. Bruch: sehnig, sehr rein und gleichförmig.	48000	42550
2.	Rheinisches Blech. Bruch: sehnig mit einigen Körnern eingesprengt, blätterig, herrührend von schlechter Schweißung und ungarem Eisen.	44700	37650
3.	Dillinger neues Blech. Bruch: sehnig mit etw. körnigem Gefüge. Zu wenig gewalzt.	45950	42700
4.	Dillinger altes Blech. Aus einem Kessel gehauen, welcher in Reparatur begriffen war. Bruch: grobkörnig glänzend und ungleichförmig, sehr unrein; Abblätterungen.	44000	38760
5.	Dillinger neue Sorte, a. Bruch: rein, gleichförmig, sehnig. Einige eingesprengte glänzende Körner lassen erkennen, daß zu wenig gewalzt worden.	45540 (Nr. 5 und 6)	45000
6.	Dillinger neue Sorte, b. Bruch: sehr rein.		
7.	Gebrüder Lossen zu Bendorf. Bruch: rein, gleichförmig sehnig, v. hellgrauer Farbe.	54140	55830
	Im Mittel:	47055	43750
	Ganz ähnliche Versuche wurden mit franz. Eisenblechen in Paris von Goin und Comp. angestellt; dieselben ergaben:		
1.	Bleche aus Holzkohlen-Roheisen mit Steinkohlen gepuddelt.	41420	40510
2.	Bleche aus Kokes-Roheisen mit Steinkohlen gepuddelt.	45730	36300

Anmerk. Die Zahlen sind mit den betr. auf S. 4 angegebenen Coefficienten zu multipliciren, wenn man die Werthe auf ein anderes Maß- und Gewichtsystem reduciren will.

Nach den letzteren Versuchen zeigen Bleche, welche aus Holzkohlen-Roheisen dargestellt wurden, nach beiden Richtungen eine ziemlich gleiche Festigkeit; dagegen ist bei Blechen, welche aus Kokes-Roheisen dargestellt wurden, die absolute Festigkeit in der Richtung des Walzens weit größer als quer gegen diese Richtung. Man hat daher bei Verwendung von Blechen zu Bauconstructionen darauf zu sehen, daß die Belastung oder Kraft stets in der Richtung des Walzens wirkt. Die Verlängerungen, welche die Bleche erleiden, bevor der Bruch erfolgt, sind zwar von unseren Experimentatoren auch beobachtet und angegeben worden; es zeigen sich aber hier große Verschiedenheiten bei den einzelnen Eisensorten. Bei den Blechen aus Holzkohlen-Roheisen wurde die Verlängerung in der Richtung des Walzens circa doppelt so groß und bei den Blechen aus Kokes-Roheisen viermal so groß gefunden, als quer gegen diese Richtung.

Schönemann hat auch Versuche über die absolute Festigkeit von warm gemachten Eisenblechen angestellt. Es wurden nämlich Blechstreifen von der früher beschriebenen Stärke und Beschaffenheit in ihrer Mitte warm gemacht, bis die braune Färbung sich zeigte und dann zerrissen. Man erhielt:

Ord. Nr.	Bezeichnung der Bleche.	Mittlere Belastungen welche den Bruch bewirkten, pro hess. Quadratz. in Zollpfd.	
		In der Richtung des Walzens.	Quer gegen die Richtung des Walzens.
1.	Low Moor*).	56190	—
2.	Dillinger altes Kesselblech.	48057	39524
3.	Dillinger neues Blech*).	45365	—
4.	Dillinger altes Blech.	50864	36918
5.	Dillinger neue Sorte a.	47608	51355
6.	Dillinger neue Sorte b.	57690	56970

Auch Fairbairn hat Versuche über die Festigkeit von gewalzten Blechen bei höheren Temperaturen angestellt. Derselbe hat diese Versuche im August 1856 der British Association for the Avancement of Sciense mitgetheilt. (Siehe auch Civilingenieur, 1858, Bd. 4. S. 191 und Dingler's polyt. Journal Bd. 150. S. 105.) Wir geben in nachstehender Tabelle eine Uebersicht der gewonnenen Resultate. Fair-

*) Es lösten sich bei diesen Versuchen quer gegen die Richtung des Walzens, während der Belastung, die Blechdicken in zwei Theile ab; der eine zerriß sofort, während der andere sich streckte und etwas später riß; deßhalb fehlen hier die Angaben der Zerreißungsgewichte.

bairn's Apparat bestand aus einer ungleicharmigen Waage, mit welcher ein Zug von 100000 engl. Pfd. = 90720 hess. Pfd. = 45360 Kilogramm per Quadrat-Zoll ausgeübt werden konnte. Die Blechstreifen, welche zerrissen werden sollten, waren 17,77 Zoll lang und 5 Zoll breit, aber in der Mitte bis auf 2 Zoll abgeschwächt; hier wurden sie in ein Oel- oder Wasserbad eingeschlossen, welches mit einem Kohlenbecken umgeben war, um die gewünschte Temperatur hervorzubringen.

Ord. Nr.	Querschnitt der versuchten Kesselbleche in Quadratzoll.	Größte Dehnung.	Temperatur in Graden nach Celsius.	Bruchgewicht auf den hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	
				In der Richtung des Walzens.	Quer gegen die Richtung des Walzens.
1.	2,052 × 0,345 = 0,7080 Quadratzoll. Der Bruch erfolgte mit einem hellen Tone, wie beim Gußeisen.	0,14	— 18°	43120	
2.	2,532 × 0,314 = 0,7950 Quadratzoll. Das Eisen war hart und spröde. Die Bruchfläche sah mehr wie Gußeisen und ganz anders als bei dem in die Länge gezogenen Eisen aus.	0,162	16°		35510
3.	2,032 × 0,325 = 0,66 □" Im Bruch zeigten sich einige stahlartige Flecken.	0,1	16°		38200
4.	2,02 × 0,325 = 0,656 □" Ein Spalt mit Hammerschlag ging bis in das Drittel der Breite; an manchen Stellen konnte man mit dem Federmesser hineinfahren.	0,2	16°	44200	
5.	2,02 × 0,335 = 0,677 □" Der Bruch war sehr ungleichförmig. Wahrscheinlich würde das Stück auch schon bei einer geringeren Belastung gerissen sein.	0,13	43°		38860
6.	2,032 × 0,345 = 0,70 □"		43°	37037	
7.	2,572 × 0,325 = 0,836 □"	0,173	49°	35750	
8.	2,634 × 0,309 = Der Bruch erfolgte nicht an der schwächsten Stelle.	0,15	100	35143	
9.	2,042 × 0,335 = 0,684 □"	0,11	100°		40200
10.	2,032 × 0,345 = 0,70 □"	0,22	100	43560	
11.	2,042 × 0,325 = 0,664 □" Der Bruch erfolgte, ehe die letzte Belastung noch ganz aufgebracht war.	0,13	132°	38738	

Ord. Nr.	Querschnitt der versuchten Kesselbleche in Quadratzoll.	Größte Dehnung.	Temperatur in Graden nach Celsius.	Bruchgewicht auf den bess. Quadratzoll in Zollpfunden.	
				In der Richtung des Walzens.	Quer gegen die Richtung des Walzens.
12.	2,032 × 0,325 = 0,66 □" Der Bruch erfolgte gleichzeitig im Bolzen und im Bleche.	0,1	171°	43972	
13.	2,032 × 0,345 = 0,70 □"	0,15	171°		37037
14.	2,052 × 0,335 = 0,687 □"	0,18	202	40556	
15.	2,032 × 0,315 = 0,64 □"	0,15	Anfangende Rothglühhitze		33468
16.	1,99 × 0,315 = 0,627 □" Der Bruch erfolgte sogleich.	0,23	Dunkle Rothglühhitze.		26850

Anmerk. Für die Reduktion vorstehender Werthe auf anderes Maß und Gewicht, siehe die betr. Coefficienten auf S. 4, womit zu multipliciren ist.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die Festigkeit der Bleche in der Richtung des Walzens größer ist, als rechtwinklich dagegen, und zwar ungefähr im Verhältniß von 5:4. Möglich, daß diese Abweichung nur in fehlerhafter Behandlung des Walzens begründet ist, da die früher angegebenen Versuche zum Theil ein gleichförmigeres Resultat ergeben haben.

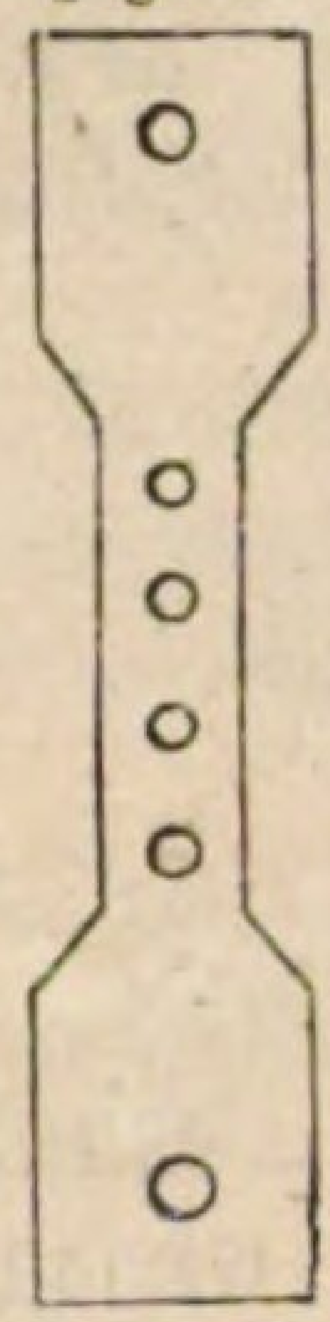
Die Versuchsreihen 1—7 zeigen, daß Temperaturen, welche um circa 30° C von der gewöhnlichen Temperatur nach beiden Seiten der Thermometerscala abweichen, keinen merklichen Einfluß auf die Festigkeit ausüben. Aus den Versuchen 9 und 10 geht hervor, daß bei der Temperatur des siedenden Wassers die Ungleichheit der Festigkeit in den beiden Zugrichtungen abgenommen hat; sie ist in der Richtung der Fasern größer als rechtwinklich dagegen, aber etwas kleiner als bei 16°, wogegen die Festigkeit rechtwinklich gegen die Fasern entschieden größer geworden ist. Die Versuchsreihen 11, 12 und 14 ergeben, daß der Unterschied der Festigkeit nach den beiden Richtungen hin auch für die Temperatur des siedenden Oels noch fortbesteht, aber immer schwächer wird, daß überhaupt kaum eine Abnahme der mittleren Festigkeit eingetreten ist.

Eine wesentliche Abnahme bemerkt man dagegen bei den Versuchsreihen 15 und 16, wo Glühhitze vorhanden war. Eben so zeigen diese Versuche eine Zunahme der Dehnbarkeit.

2. Festigkeit der Vernietungen.

Schönemann hat auch Versuche über die absolute Festigkeit von gelochten Blechen angestellt. Die für die Versuche benutzten Blechstreifen hatten die in Fig. 1 dargestellte Form; sie waren 1,74 Zoll (43,2 Milli-

Fig. 1.



meter) breit und 0,349—0,5 hess. Zoll (8,7—12,5 Millimeter) dick. Die Aufhängungslöcher a waren gebohrt; dagegen wurden die Nietlöcher in der Mitte des Bleches mittelst der Lochmaschine ausgestoßen, dieselben hatten einen Durchmesser von 8,7 hess. Linien (21¾ Millimeter). Die Bleche wurden nicht angewärmt; sie wurden einmal nach der Richtung des Auswalzens, dann senkrecht gegen diese Richtung ausgeschnitten und untersucht. In nachstehender Tabelle ist die Zerreißungsbelastung für den vollen Querschnitt berechnet.

Ord. Nr.	Bezeichnung der Bleche.	Mittlere Belastungen, welche den Bruch bewirkten, pro. hess. Quadratz. in Zollpfdn	
		In der Richtung des Walzens.	Quer gegen die Richtung des Walzens.
1.	Low Moor. Bruch: hellgrau, sehr rein, sehnig.	35847	34780
2.	Rheinisches Blech. Schlecht geschweißte Stelle, sehr unrein im Bruch.	33692	29282
3.	Dillinger neues Blech. Schlecht geschweißt, schiefrig, unrein.	37088	34209
4.	Dillinger altes Kesselblech. Schlecht geschweißt.	37812 29951	33084 34921
5.	Dillinger neue Sorte, a. Schlecht geschweißt und schlecht gewalzt.	38110	34533
6.	Dillinger neue Sorte, b. Blättrig, nicht vollkommen geschweißt.	42881	39870

Anmerk. Zur Reduction auf anderes Maß und Gewicht siehe S. 4, wo die betreffenden Coefficienten angegeben sind.

Fairbairn hat auch über die Festigkeit von Vernietungen und über die beste Methode des Vernietens Versuche angestellt. Professor Wiebe gibt hiervon in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. I. S. 256, eine Uebersicht, woraus wir Nachstehendes entnehmen.

Die Versuche haben ergeben, daß der Gesammtquerschnitt aller Nieten nahezu gleich sein muß dem Gesammtquerschnitt der zwischen den Nietlöchern verbleibenden Theile der Blechtafeln.

Eine einfache Vernietung mit in einer Reihe stehenden Nieten • • • • bietet nicht die Festigkeit wie eine doppelte Vernietung • • • • • • was die nachstehende Tabelle zeigt.

Absolute Festigkeit der Bleche pro hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Absolute Festigkeit einer einfachen Vernietung pro hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Absolute Festigkeit einer doppelten Vernietung pro hess. Quadratzoll in Zollpfunden.
50720	40210	45980
54110	32170	42960
51270	37930	51100
44800	38200	48000
44970	35370	47340
43320	39300	47340
38480	32630	—
41310	—	—
Mittel: 46122	36544	47120

Es fällt auf, daß die Festigkeit der doppelten Vernietung größer ist, als diejenige des zwischen den Rietlöchern befindlichen Bleches. Man sucht dies dadurch zu erklären, daß die warm eingesetzten Nieten sich zusammen ziehen und nun einen Reibung erzeugenden Druck auf die Blechtafeln ausüben; das Zerreißungsgewicht hat also nicht allein die Festigkeit der Bleche, sondern auch diese Reibung zu überwinden. Daß dies nicht auch bei der einfachen Vernietung der Fall ist, sondern hier die Festigkeit des zwischen den Nietlöchern stehenden Bleches beträchtlich vermindert ist, soll darin seinen Grund haben, daß die Ränder der Bleche bei einfacher Vernietung unter Einwirkung der Zugkraft sich krümmen, und daß daher die Belastungen neben dem Zerreißen auch ein theilweises Brechen bewirken.

Bei der Berechnung obiger Werthe wurde nur das Eisen in Betracht genommen, welches zwischen den Nietlöchern stehen bleibt. Vergleicht man dagegen die Festigkeit der vollen ungelochten Tafel mit der einfachen und doppelten Vernietung, so erhält man, die Festigkeit der vollen Eisenblechtafeln = 100 gesetzt, folgende Verhältnißzahlen: Für die Festigkeit der einfachen Vernietung = 56 und für die Festigkeit der doppelten Vernietung = 70. Die Widerstandsfähigkeit einer Nietfuge gegen einen spannenden Zug hängt bis zu einer gewissen Ausdehnung von dem Schließen der Nieten, oder der Anzahl derselben, von einer gegebenen Gestalt und von der gegebenen Länge der Verbindung ab.

Fairbairn gibt noch, als Resultate seiner Untersuchungen, folgende Verhältnisse für die Stärken der Nieten an.

Der Durchmesser der Niete soll bei Blechen bis zu $^3/_8$ Zoll Dicke das Doppelte, bei stärkeren Blechen als $^3/_8$ Zoll das $1^1/_2$fache der Blechstärke betragen. Die Länge des Schaftes der Niete soll durchweg das $4^1/_2$fache der Blechstärke sein.

Die Entfernung der Nieten von Mitte zu Mitte soll bei Blechen bis zu ¼ Zoll Stärke das 6fache, bei Blechen bis zu ⅜ Zoll Stärke das 5fache und bei stärkeren Blechen das 4fache der Blechstärke betragen.

Die Breite des überdeckenden Randes soll bei einfacher Vernietung und bei Blechen von 5/16 Zoll Stärke das 6fache, bei Blechen von ⅜ Zoll Stärke das 5½fache und bei stärkeren Blechen das 4½fache der Blechstärke betragen.

Die Breite des überdeckenden Randes soll bei doppelter Vernietung durchweg 1⅔mal so groß sein als der Blechrand bei einfacher Vernietung und derselben Blechstärcke.

Rückwirkende Festigkeit des Eisens.

Wirkt eine Kraft der Art auf einen Körper, daß sie bestrebt ist, denselben zusammenzudrücken, so wird, wenn die Kraft hinlänglich groß ist, entweder ein Zerdrücken (ein Verquetschen) des Körpers, oder ein Zerknicken stattfinden. Bei dem Zerdrücken werden die Endflächen des Körpers mehr und mehr genähert, es hat dann ein Ausbauchen in der Mitte statt, Risse und Sprünge entstehen und endlich platzt der Körper in mehrere Stücke aus einander. Bei dem Zerknicken dagegen wird der Körper durch den Druck nach einer Seite abgebogen, und es entsteht endlich ein Bruch.

1. Festigkeit des Schmiedeisens gegen Zusammendrücken.

Hodgkinson hat auch hierüber Versuche angestellt und in den philosophical transactions mitgetheilt. Er verwandte quadratische Stangen von circa 1 Zoll Querschnitt und 122 hess. Zoll Länge. Damit sich die Stangen nicht bogen, wurden sie in einem gußeisernen Gerüst aufgestellt und durch gußeiserne Rippen in kurzen Abständen gehalten; sie wurden geschmiert, um die Seitenreibung zu vermeiden, und von Zeit zu Zeit wurde mit einem Hammer daran geschlagen, damit sie sich in den Führungen nicht festklemmten.

Belastung auf 1 hess. Quadratzoll in Zollpfdn.	Totale Zusammendrückung auf jede Längeneinheit.	Elasticitäts-Modulus für 1 hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Reductions-Coefficienten
Erste Versuchsstange.			Die nebenstehenden in Spalte 1 und 3 enthaltenen Werthe sind zu multipliciren:
4260	0,000233	18280000	1. Für den preuß. Quadratzoll in Zollpfunden, mit 0,0941.
8052	0,000433	18570000	
11790	0,000606	19450000	

Belastung auf 1 hess. Quadratzoll in Zollpfdn.	Totale Zusammendrückung auf jede Längeneinheit.	Elasticitäts-Modulus für 1 hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Reductions-Coefficienten.
13710	0,000709	19330000	2. Für den österr. Quadratzoll in
15540	0,000800	19420000	österr. Pfunden = 0,991.
17370	0,000903	19330000	3. Für den bayr. Quadratzoll in
19200	0,000991	19380000	bayr. Pfunden = 0,8449.
21020	0,001082	19430000	4. Für den sächs. Quadratzoll in
22940	0,001184	19290000	Zollpfunden = 0,8915.
24770	0,001285	19280000	5. Für den sächs. Quadratzoll in
26690	0,001450	18410000	sächs. Pfunden = 0,9542.
28600	0,001784	16030000	6. Für den würtembrg. Quadratzoll
Zweite Versuchsstange.			in Zollpfunden = 1,3133.
4323	0,000223	19390000	7. Für den badischen und nassauischen
8153	0,000391	20870000	Quadratzoll in Zollpfunden mit 1,44.
12000	0,000568	21080000	8. Für den engl. Quadratzoll in
15720	0,000742	21190000	Avordupois-Pfunden = 1,1377.
17640	0,000833	21180000	9. Für den braunschw. Quadratzoll
19560	0,000942	20770000	in Zollpfunden = 0,903.
21570	0,001066	20140000	10. Für den hannövr. Quadratzoll
23400	0,001191	19650000	in Zollpfunden = 0,9474.
25220	0,001358	18570000	11. Für den franz. Quadratcentimeter
27140	0,001584	17140000	in Kilogramm = 0,08.

Aus den vorstehenden Versuchen geht hervor, daß der Elasticitätsmodulus weder stetig wächst noch fällt, er erscheint vielmehr ziemlich constant innerhalb gewisser Grenzen. Bei der ersten Versuchsstange kann die Grenze der vollkommenen Elasticität bei 26690 Pfd. angenommen werden und der Elasticitätsmodulus beträgt dann im Mittel 19106000 Pfund für 1 hess. Quadratzoll. Bei der zweiten Versuchsstange liegt die Grenze der vollkommenen Elasticität bei 23400 Pfund und der Elasticitätsmodulus beträgt dann im Mittel 20534000 Pfd. Nimmt man aus beiden Versuchsreihen das Mittel, so erhält man als Grenze der vollkommenen Elasticität 25000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, und für den Elasticitätsmodulus 19820000 Pfd. pro hess. Quadratzoll. Vergleicht man diese Werthe mit den von Hodgkinson für das Ausrecken gefundenen, (S. 4) so wurde hier der Elasticitätsmodulus kleiner gefunden als dort, während dagegen die Elasticitätsgrenze höher liegt.

Nach Hodgkinson beträgt die Belastung, unter welcher Schmiedeeisen zerdrückt wird, circa 31300 Pfd. pro hess. Quadratzoll.

2. Festigkeit des Gusseisens gegen Zusammendrücken.

Die nachstehenden Versuche wurden von Hodgkinson mit Stangen von 122 hess. Zoll Länge und 1 Quadratzoll Querschnitt angestellt.

Die Stangen befanden sich in einem Gerüste, um die Seitenausbiegung zu verhüten und waren geschmiert. Nachstehende Tabelle enthält die Resultate.

Belastungen auf den hess. Quadratzoll in Zollpfunden.	Zusammendrückung für jede Längeneinheit.		Elasticitätsmodulus in Zollpfunden für 1 hess. Quadratzoll.
	Total.	Permanent.	
1969	0,0001695	0,00000425	11600000
3938	0,0003506	0,00002045	11240000
5908	0,0005405	0,00003617	10970000
7877	0,0007123	0,00005832	11060000
9846	0,0008990	0,00007657	10970000
11816	0,0010876	0,00009823	10900000
13786	0,0012805	0,00012703	10800000
15754	0,0014753	0,00015477	10700000
17724	0,0016782	0,00020212	10600000
19692	0,0018731	0,00023439	10600000
21661	0,0020686	0,00026686	10500000
23632	0,0022803	0,00031378	10300000
25601	0,0024932	0,00036099	10200000
27570	0,0027444	0,00043869	10000000
29538	0,0029425	0,00050754	9980000
31509	0,0032546	0,00066880	9690000
33478	0,0035141	0,00071915	9500000

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß der Elasticitätsmodulus des Gußeisens auch bei dem Zusammendrücken — wie wir dies bei dem Ausrecken gesehen haben — nirgends constant ist, sondern mit der Belastung allmählig abnimmt. Bei den früher aufgeführten Versuchen von Hodgkinson über die Elasticität des Gußeisens beim Ausrecken ergab sich ein mittlerer Werth von 10355000 Pfund pro hess. Quadratzoll für den Elasticitätskoefficienten. Denselben Mittelwerth kann man auch nach den vorstehenden Versuchen beim Zusammendrücken annehmen. Während aber bei den Zerreißungsversuchen schon bei einem Gewicht von 13887 Pfd. der Bruch eintrat und die Belastung von 7400 Pfd. pro Quadratzoll als Grenze der Elasticität betrachtet werden konnte, kann hier bei den Zerdrückungsversuchen die Elasticitätsgrenze des Gußeisen zu 22000 Pfd. pro Quadratzoll angenommen werden.

Hodgkinson hat auch vielfache und genaue Versuche darüber angestellt, unter welchen Belastungen Gußeisen z e r d r ü c k t wird. Die Versuche wurden mit verschieden geformten Stäben, von verschiedenem

Querschnitt, verschiedener Länge und verschiedenen Eisensorten angestellt. Die einzelnen Versuche zeigen mannigfache Schwankungen, wir geben hier nur die Resultate und Mittelwerthe der Zahlen.

Die Belastung unter welcher Gußeisen **zerdrückt** wird, beträgt durchschnittlich circa 93000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, oder 7440 Kilogramm pro Quadratcentimeter; sie ist sechs Mal so groß als die Belastung, unter welcher Gußeißen **zerrissen** wird. Die rückwirkende Festigkeit des **Gußeisens** ist **drei Mal** so groß, als diejenige des **Schmiedeisens**, obgleich der Elasticitätsmodulus des Gußeisens nur halb so groß ist, als derjenige des Schmiedeisens.

Nach Versuchen welche in Woolwich angestellt wurden, betrug der Festigkeitsmodul gegen das Zerdrücken: im Mittel von 51 Proben = 80000 Pfd. pro 1 hess. Quadratzoll.

Der Unterschied, ob man Gußeisen, welches mit kalter Luft erblasen ist, oder solches, das mit heißer Luft erblasen ist, anwendet, ist für die Widerstandsfähigkeit gegen das Zerdrücken höchst unbedeutend; nach den Versuchen liegt die größte Widerstandsfähigkeit bald auf der einen Seite, bald auf der anderen.

Stücke von kleineren Dimensionen haben im Allgemeinen eine größere Widerstandsfähigkeit als größere Gußstücke, auch wenn die Formen ganz ähnlich sind. So lange die Höhe der Gußstücke nur fünf Mal so hoch ist, als die kleinste Querschnittsdimension ist die Widerstandsfähigkeit gegen Zerdrücken ziemlich constant; sobald aber die Höhe oder Länge über diese Grenze vergrößert wird, nimmt die Widerstandsfähigkeit ab, bis endlich kein Zerdrücken, sondern ein Zerknicken stattfindet. Ist die Höhe des Körpers kleiner als seine kleinste Querschnittsdimension, so ist die Widerstandsfähigkeit größer.

Die Widerstandsfähigkeit ist von der Form des Querschnitts nicht ganz unabhängig. Kreisförmige Querschnitte zeigen pro Quadratzoll eine größere Widerstandsfähigkeit als rechteckige, oder von geraden Linien begrenzte Querschnittsformen.

3. Festigkeit des Eisens gegen Zerknicken und gegen Biegung.

Hodgkinson hat hierüber ebenfalls Versuche angestellt, woraus er nachstehende Schlüsse zieht.

Bei allen langen Säulen von denselben Abmessungen ist die Widerstandsfähigkeit gegen Bruch durch Zerknicken dreimal so groß, wenn die Enden der Säulen senkrecht zur Länge und der Richtung des Drucks abgeglichen sind, als wenn sie abgerundet werden.

Eine lange Säule von gleichmäßiger Stärke zeigt, wenn ihre Enden durch Kapitäle, Sockel, Platten ꝛc. gut verstärkt sind, dieselbe Widerstandsfähigkeit gegen Bruch durch Zerknicken, als wenn die Säule nur halb so lang ist und ihre Enden abgerundet werden.

Die Festigkeit langer Pfeiler wird, wenn man dieselben in der Mitte ihrer Länge dicker macht, nur um etwa $1/8$ bis $1/7$ vermehrt.

Bei Construktionen, wo einzelne Theile in Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken in Anspruch genommen werden, ist immer darauf zu achten, daß deren Stärkeverhältnisse so bemessen werden, daß die Constructionstheile durch die dauernde Belastung nicht in einer Durchbiegung erhalten bleiben, die durch irgend welches Ereigniß momentan entsteht; viel weniger darf es noch zu einem Bruch durch Zerknicken kommen.

Man hat verschiedene theoretische Formeln aufgestellt, um die Belastung zu berechnen, welche ein Körper, der auf Zerknicken und Biegung in Anspruch genommen wird, mit Sicherheit zu tragen vermag. Wir müssen davon absehen, hier diese verschiedenen Theorieen näher zu besprechen und beschränken uns darauf, noch einige für die Praxis wichtige Angaben und einfache, wenn auch nicht ganz genaue Formeln anzuführen.

Bei gußeisernen Stützen ist die Widerstandsfähigkeit der Potenz des Durchmessers proportional und steht im umgekehrten Verhältniß zum Quadrat der Höhe. Hodgkinson gibt etwas abweichend hiervon zur Berechnung der Bruchbelastung folgende Formeln an:

1. Für massive Säulen $= 10{,}676 \cdot \frac{d^{3,6}}{l^{1,7}}$ Kilogramm.

2. Für hohle Säulen $= 10{,}676 \cdot \frac{D^{3,6} - d^{3,6}}{l^{1,7}}$ Kilogramm per Quadrat-Centimeter; wobei l die Länge in Decimetern, D und d die Durchmesser in Centimetern bedeuten.

Hohle gußeiserne Säulen tragen hiernach bei gleichem äußeren Durchmesser schwerere Lasten als die massiven Säulen. Der innere Durchmesser soll $4/5$ des äußeren betragen.

Zur Berechnung der Tragfähigkeit von Säulen hat man auch folgende einfache empirische Formel aufgestellt. $P = 1/2\, Q.\, a\, \delta$. Hierin bedeutet P die Belastung, welche mit Sicherheit getragen werden kann; Q ist der Grenzwerth der vollkommenen Elasticität für die Flächeneinheit (Quadratzoll) und a bedeutet den Querschnitt der Säule

(in Quadratzoll). δ ist ein Coefficient, welcher von der Länge der Säule, im Verhältniß ihrer kleinsten Querschnittsdimension abhängt. Ist das Verhältniß der kleinsten Querschnittsdimension zur Länge $= 1$, so ist δ auch $= 1$. Ist es 12, so ist $\delta = {}^5/_6$, ist es 24, so ist $\delta = {}^1/_2$, ist es 36, so ist $\delta = {}^1/_3$, ist es 48, so ist $\delta = {}^1/_6$, ist es 60, so ist $\delta = {}^1/_{12}$.

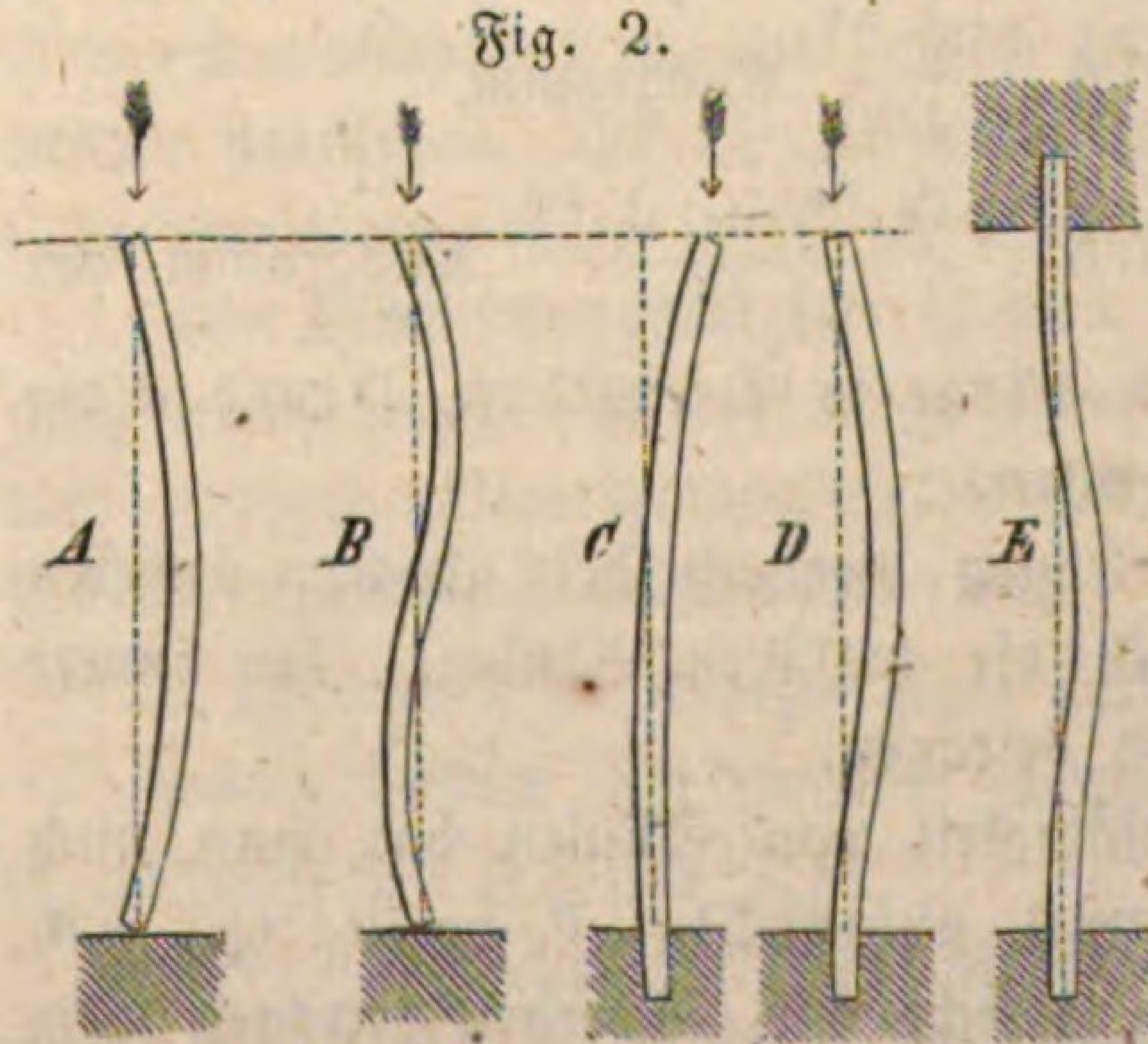
Beispiel. Eine gußeiserne Säule habe als Querschnitt ein Rechteck von 4″ und 5″ Seitenlänge; also 20 Quadratzoll Querschnittsfläche. Die Höhe betrage 20′ oder 200 Zoll. Es ist dann $P = {}^1/_2 . 21660 . 20 . {}^1/_6$ wenn die Grenze der Elasticität nach den Versuchen von Hodgkinson bei 21660 Pfd. auf den Quadratzoll angenommen wird. Das Verhältniß der kleinsten Querschnittsdimensionen zur Länge der Säule ist hier $4 : 200 = 1 : 50$, also $\delta = {}^1/_6$. Der Werth $P = {}^1/_2 . 21660 . 20 . {}^1/_6$ gibt 36100 Pfd. als Belastung, welche diese Säule mit Sicherheit zu tragen vermag.

Für die rückwirkende Festigkeit gegen Biegung gibt die gemeine Theorie folgende, allerdings von den Beobachtungen etwas abweichende Formeln:

Für Stangen von rechteckigem Querschnitt $P = \frac{E\,\pi^2}{16} \cdot \frac{b.\ h^3}{l^2}$;

Für Stangen mit rundem Querschnitt: $P = \frac{E\,\pi^3}{12} \cdot \frac{d^4}{l^2}$, wo P die Belastung der Stange, E den Modulus der Elasticität, b die größere und h die kleinere Querschnittsseite des Rechtecks, d den Durchmesser des runden Stabs und l die Länge bezeichnet.

Fig. 2.



Vergleicht man die rückwirkende Festigkeit von dicken und langen Pfeilern oder Säulen, unter den in Fig. 2 bildlich dargestellten Umständen, so verhalten sich die Festigkeiten von

A : B : C : D : E

wie die Zahlen

4 : 16 : 1 : 9 : 16.

Bei A sind beide Enden senkrecht zur Länge abgeschnitten und es hat eine Ausbiegung nach einer Seite statt.

Bei B sind beide Enden senkrecht zur Länge abgeschnitten, es hat aber eine doppelte Ausbiegung nach entgegengesetzten Seiten statt.

Bei C wird das untere Ende festgehalten, das obere kann sich frei zur Seite abbiegen. (Geringste Festigkeit.)

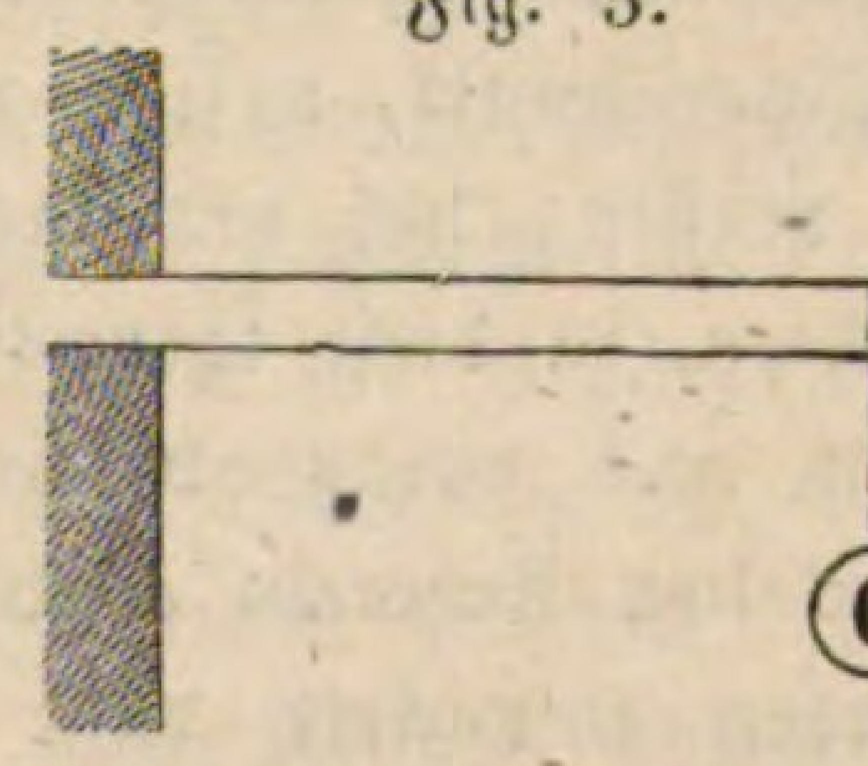
Bei D wird das untere Ende festgehalten, das obere Ende ist senkrecht zur Länge abgeschnitten, kann aber seitlich nicht ausweichen.

Bei E sind beide Enden fest eingespannt und es hat eine Seitenbiegung in der Mitte statt.

Relative Festigkeit des Eisens.

Unter relativer Festigkeit versteht man den Widerstand, welchen ein Körper einer Kraft entgegensetzt, die senkrecht auf seine Längenrichtung wirkt und ihn so weit biegt, bis er bricht.

Fig. 3.



Wird eine Stange von gleichförmigem Querschnitt (Fig. 3.) an einem Ende eingespannt und an dem anderen Ende mit einem Gewicht Q belastet, so wird sie sich, wenn das Gewicht hinreichend groß ist, biegen, und wird auch, bei größerer Belastung, brechen. Bei dieser Biegung wird der obere Theil der Fasern ausgereckt und endlich zerrissen, während der untere Theil zusammengedrückt und zerknickt wird. Zwischen beiden Theilen kann man sich eine Ebene denken, in welcher die Fasern weder ausgereckt noch zusammengedrückt werden; man nennt sie die Ebene der neutralen oder unveränderlichen Fasern, auch Neutralachse. Ist die Festigkeit des Materials gegen Ausreckung und Zusammendrückung gleich groß, so geht die neutrale Ebene durch den Schwerpunkt des Querschnitts. Wenn aber, wie dies z. B. bei dem Gußeisen der Fall ist, die rückwirkende Festigkeit größer ist als die absolute, so liegt die neutrale Ebene unter dem Schwerpunkt des Querschnitts.

Es geht hieraus hervor, daß alle Fasern, welche in der Nähe der neutralen Achse liegen weniger in Anspruch genommen werden, also auch weniger zur größeren Festigkeit des Körpers beitragen, als die von der neutralen Achse entfernter liegenden Schichten. Die

relative Festigkeit eines Balkens oder Stabes hängt daher nicht allein von der Größe seines Querschnitts, sondern wesentlich auch von der Form desselben ab.

Man hat auf theoretischem Wege die Biegungs- und Bruchfestigkeit verschieden geformter und in verschiedener Weise unterstützter Träger zu bestimmen gesucht. In der neuesten Zeit ist diese Theorie, namentlich durch die ausgedehnte Anwendung des Eisens im Bauwesen, sehr eifrig discutirt und durch sehr schätzenswerthe Abhandlungen bereichert und weiter geführt worden. Abgeschlossen ist der Gegenstand noch nicht, und zu allgemein anerkannten und mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmenden Formeln ist man noch nicht gelangt. Die verschiedenen Verhältnisse, welche bei den theoretischen Untersuchungen in Betracht gezogen werden müssen, als: die verschiedenen Widerstände desselben Materials gegen Ausrecken und Zusammendrücken, die Veränderung des Verhältnisses dieser Widerstände bei verschiedenen Belastungen, die Verlegung der neutralen Achse, die Einwirkung seitlicher Kräfte bei der Biegung (außer der auf Dehnung und Zusammendrückung der Fasern wirkenden Kräfte), die Veränderung des Querschnitts, u. s. w. u. s. w. machen die Rechnung sehr verwickelt. Wir müssen, bei der praktischen Richtung dieses Werkchens, darauf verzichten, in diese theoretischen Untersuchungen näher einzutreten und müssen uns darauf beschränken, nur die nach der gemeinen Theorie entwickelten Formeln anzuführen. Dieselben sind unter den Voraussetzungen entwickelt, daß: 1) die Widerstände gegen Ausreckung und gegen Zusammendrückung bei den einzelnen Körperelementen gleich groß sind, und somit die neutrale Achse durch den Schwerpunkt des Querschnitts geht; 2) daß keine anderen Widerstände durch die Belastung erregt werden, als solche, welche auf ein Ausrecken oder Zusammendrücken der Körperelemente gerichtet sind. Diese Annahmen treffen in Wahrheit beim Eisen nicht zu, die Formeln liefern deshalb keine genauen, sondern nur Schätzungswerthe. In der Praxis hilft man sich deshalb damit, daß man für Eisenconstruktionen mindestens die vierfache Sicherheit annimmt; d. h. man muthet der Construktion nur den vierten Theil derjenigen Belastung, welche nach der Rechnung den Bruch herbeiführen würde, als höchste Belastung zu; oder man rechnet die Stärken der Stäbe so, daß erst das Vierfache der höchsten Belastung, welche sie je zu tragen haben, den Bruch herbeiführen würde. In Fällen, wo verschiedene Kräfte, namentlich dauernde

Erschütterungen durch Stöße auf die Zerstörung des Materials gerichtet sind, wird eine größere Sicherheit erfordert. Man kann auch die Rechnung so führen, daß den Construktionstheilen solche Stärkenverhältnisse gegeben werden, die ein nachtheiliges Durchbiegen derselben unter der größten vorkommenden Belastung nicht zulassen.

Zunächst wird der Fall gesetzt, das eine Ende eines Balkens sei fest eingespannt und das andere Ende werde belastet bis der Bruch erfolgt (Fig. 3). Es ergibt dann die gemeine Theorie, bei den oben bemerkten Voraussetzungen, nachstehende Werthe für die Bruchbelastung von Balken mit verschiedenen Querschnittsformen.

In den Formeln bezeichnet b die Breite, h die Höhe und l die Länge des Balkens. Bei Balken von kreisförmigem Querschnitt bezeichnet r den Halbmesser. p ist ein von dem Material abhängiger Coefficient, welchen wir Brechungscoefficient nennen wollen. Q bezeichnet das Totalgewicht, welches zum Zerbrechen des Balkens oder Stabs erforderlich ist. Dasselbe besteht aus der Belastung, welche am Balken aufgelegt oder angehängt wird und aus dem Eigengewicht desselben. Da das Eigengewicht über die ganze Länge des Balkens oder Trägers vertheilt ist, so wirkt es nur mit der Hälfte des Hebelarms vom Extragewicht und wird deshalb demselben auch nur zur Hälfte zugesetzt. Q besteht daher aus der Extrabelastung W und der Hälfte des Eigengewichts G; also $Q = W + \frac{1}{2} G$. Hat man also die Belastung Q, welche den Bruch herbeiführt nach nachstehenden Formeln gerechnet, so ist hiervon $\frac{1}{2}$ des Eigengewichts vom Balken oder Träger abzuziehen, um die Extrabelastung zu erhalten.

Fig. 4.

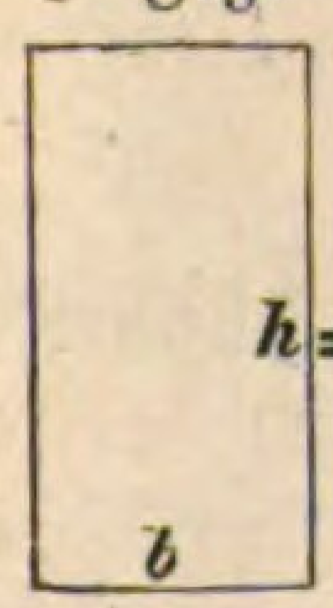


Fig. 5.

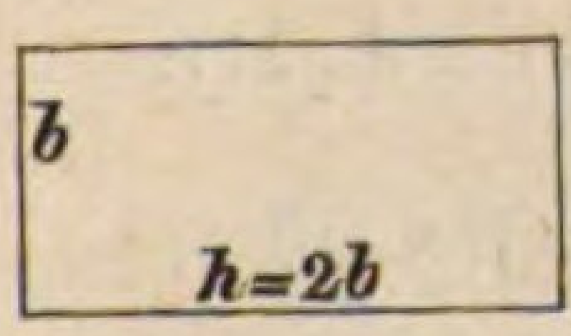
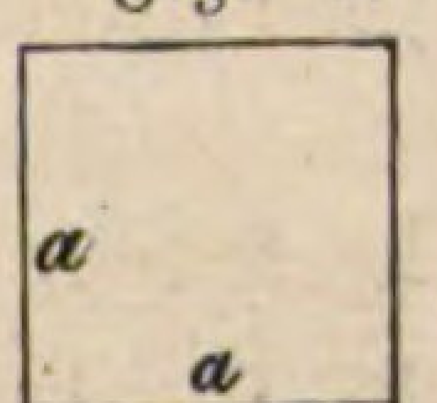


Fig. 6.



$$Q = \frac{p \cdot a^3}{6 \cdot l}$$

Bruchgewicht $Q = \frac{p \cdot b \cdot h^2}{6 \cdot l}$.

Wenn, wie in Fig. 4 und 5 dargestellt ist, ein Balken von rechteckigem Querschnitt, dessen eine Querschnittsseite doppelt so groß ist als die andere, einmal auf die hohe Kante gestellt und das anderemal auf eine breite Fläche gelegt wird, so trägt derselbe im ersten Fall doppelt so viel als im Letzteren.

Fig. 7.

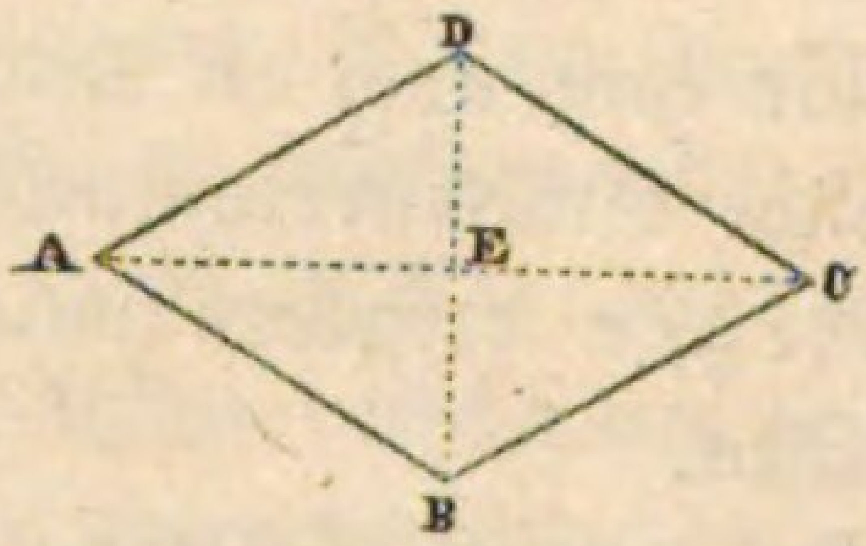
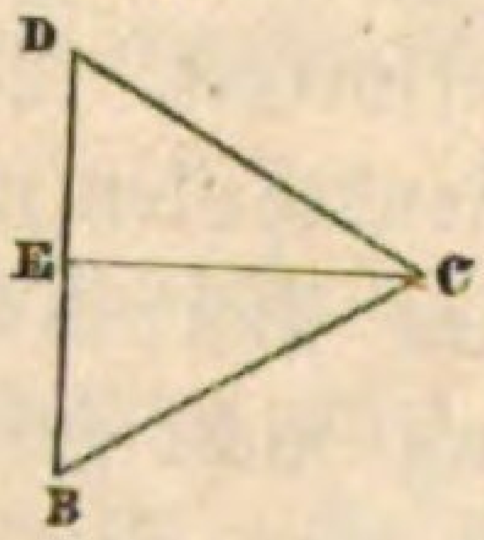
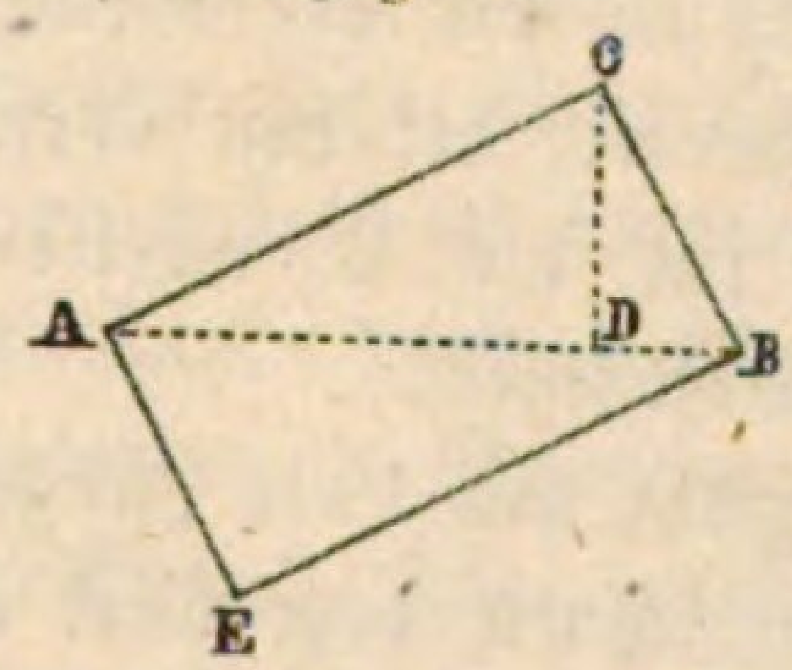


Fig. 8.



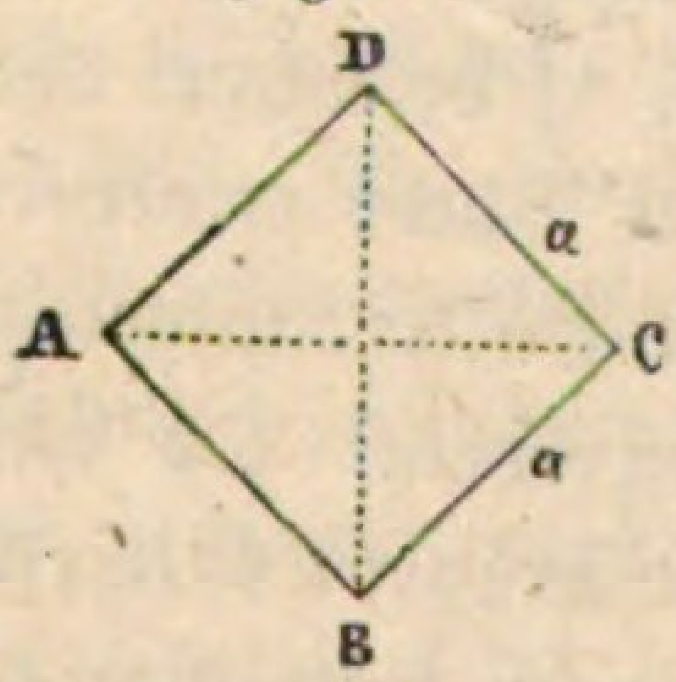
Für Fig. 7 ist $Q = \frac{p.b.h^2}{241}$, wenn BD = h und AC = b gesetzt wird. Für Fig. 8 ist $Q = \frac{p.b.h^2}{481}$, wenn b die Breite CE bezeichnet.

Fig. 9.



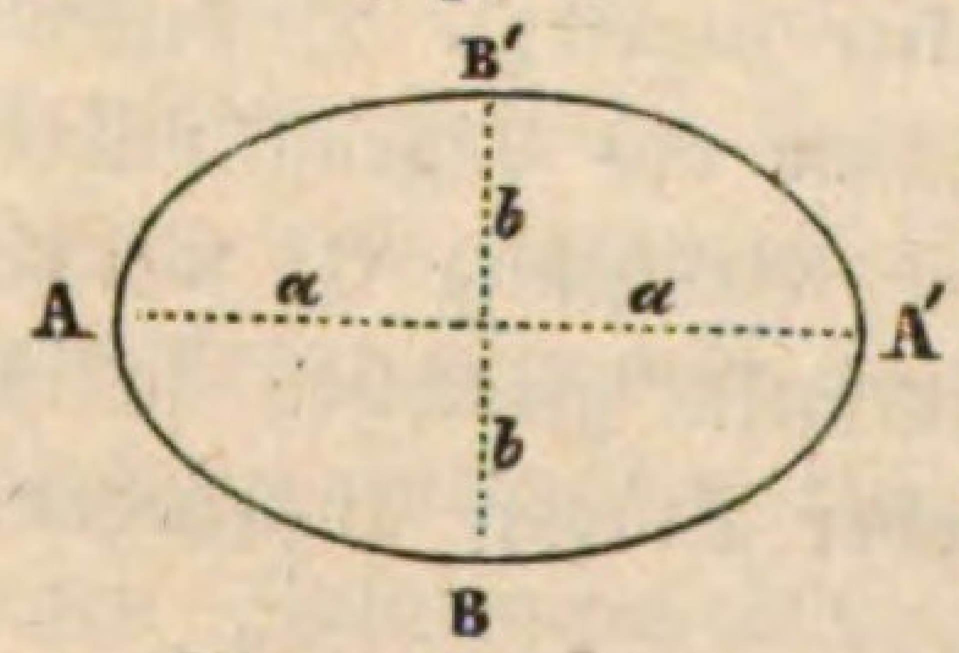
$Q = \frac{p.b.h^2}{6.1}$, wenn b = AB und h = CD gesetzt wird.

Fig 10.



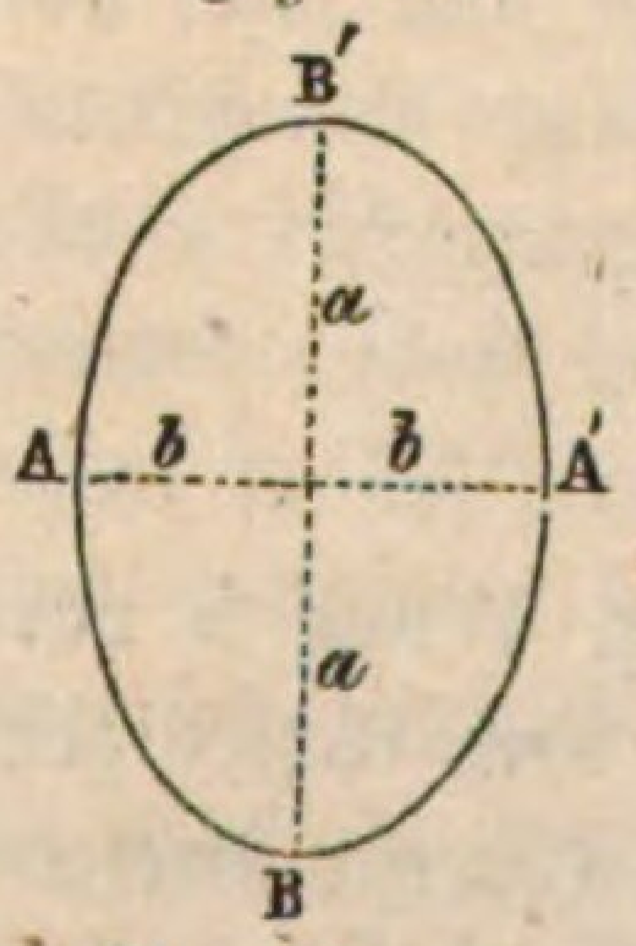
$Q = \frac{p}{12} \cdot \frac{a^3\sqrt{2}}{1}$; wo a die Seite des Querschnittquadrats bezeichnet.

Fig. 11.



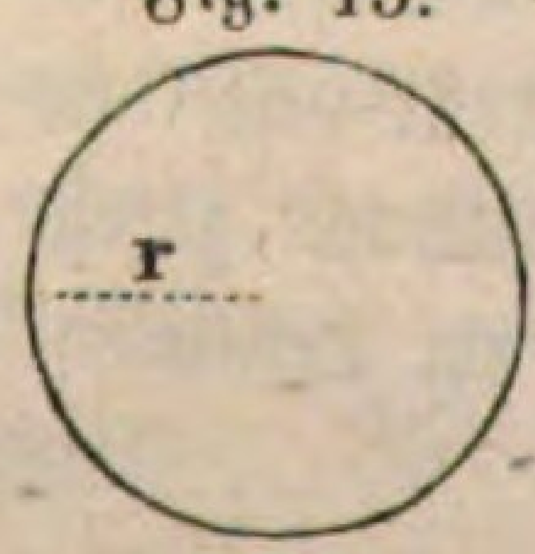
$Q = \frac{p}{4} \cdot \frac{a \cdot b^2}{1} \cdot \pi$; wo π die bekannte Zahl 0,31416, a die halbe große und b die halbe kleine Achse der Ellipse bedeutet.

Fig. 12.



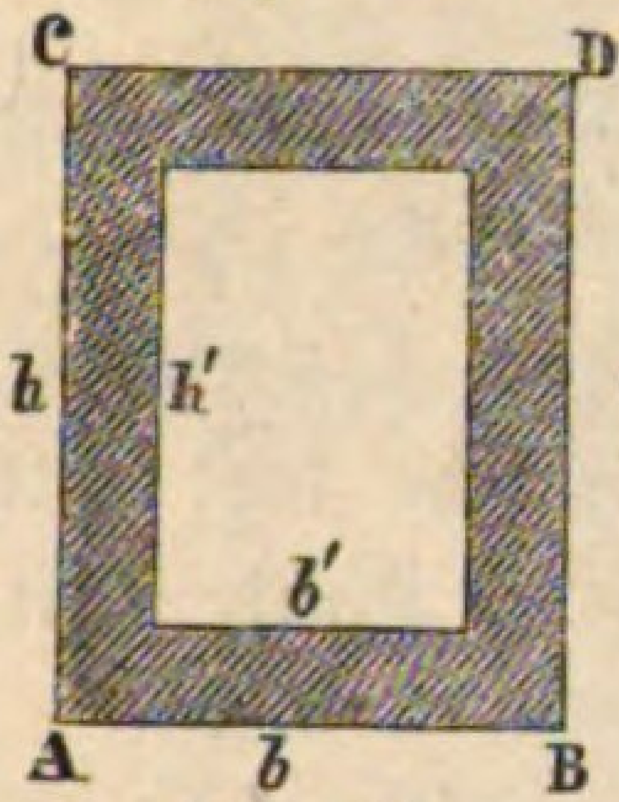
$Q = \frac{p}{4} \cdot \frac{a.^2 b}{1} \cdot \pi$. — Hier haben die Buchstaben dieselbe Bedeutung wie bei Fig. 11.

Fig. 13.



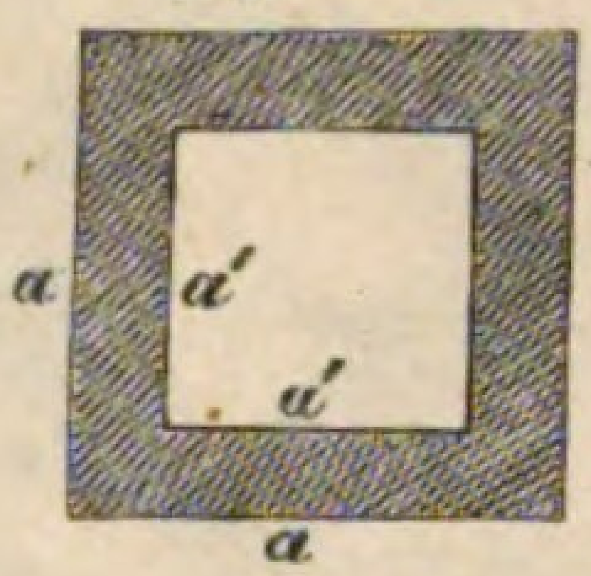
$Q = \frac{p}{4} \cdot \frac{r.^3}{1} \pi$; wo r den Halbmesser des Querschnittskreises darstellt.

Fig. 14.



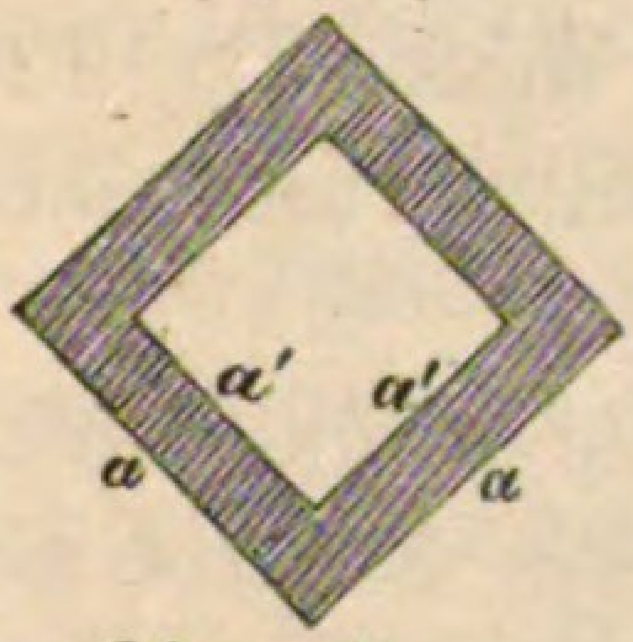
$$Q = \frac{p}{6}\left(\frac{b\,h^3 - b,h,^3}{l.h}\right).$$

Fig. 15.



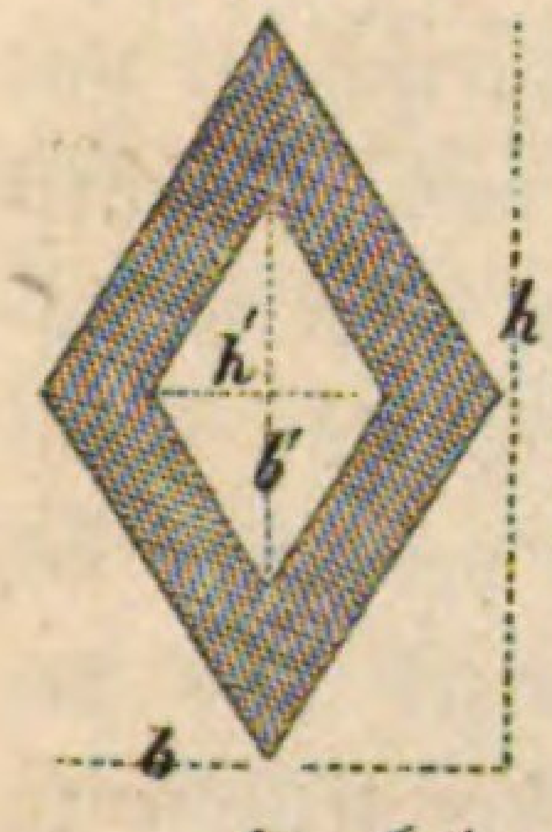
$$Q = \frac{p}{6}\left(\frac{a^4 - a,^4}{a.l}\right).$$

Fig. 16.



$$Q = \frac{p}{12}\left(\frac{a^4 - a,^4}{a.l}\right)\sqrt{2}.$$

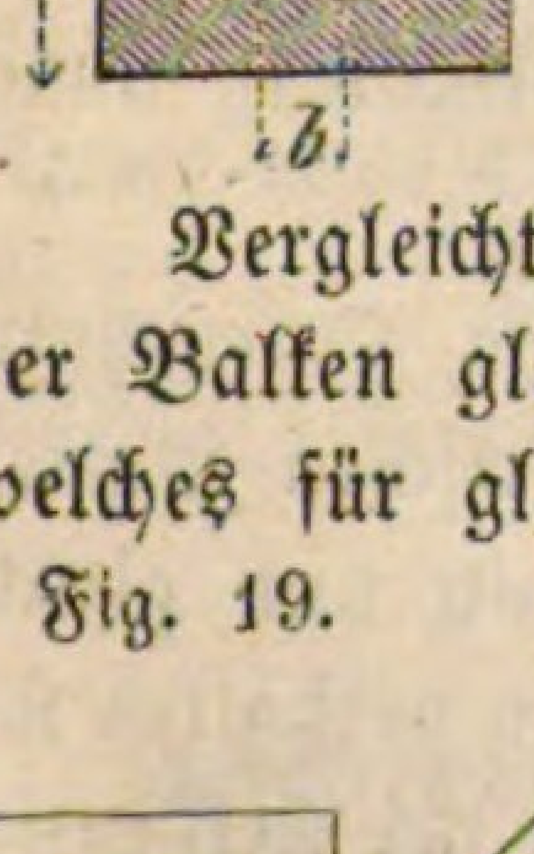
Fig. 17.



$Q = \frac{p}{24}\left(\frac{b\,.\,h^3 - b,h,^3}{l.h}\right)$; wo h und h, die vertikalen äußeren und inneren Diagonalen und b und b' die horizontalen Diagonalen bezeichnen.

Hohler Cylinder, mit äußerem Halbmesser = R und innerem Halbmesser = r. $Q = \frac{p}{4}\left(\frac{R^4 - r^4}{R.l}\right)\pi.$

Fig. 18.



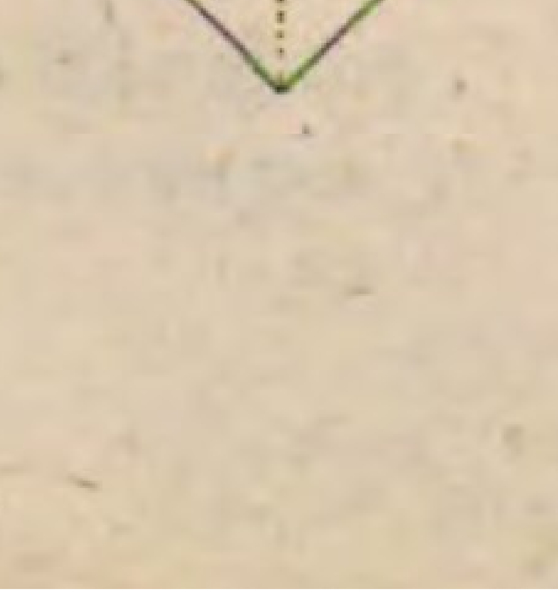
$$Q = \frac{p}{6}\left(\frac{b,h,^3 + b\,(h^3 - h,^3)}{l.h}\right)$$

Vergleicht man diese Formen mit einander, indem man die Länge der Balken gleich groß annimmt und das Gewicht nicht berücksichtigt, welches für gleiche Querschnitte auch gleich groß ist, so ergibt sich:

Fig. 19.



Fig. 20.



Ein Balken von quadratischem Querschnitt trägt, so auf die Kante gelegt, daß die Diagonale des Querschnitts senkrecht steht (Fig. 20), nur den 0,707 Theil von demselben Balken wenn er flach, wie in Fig. 19 aufgelegt wird.

Fig. 21.

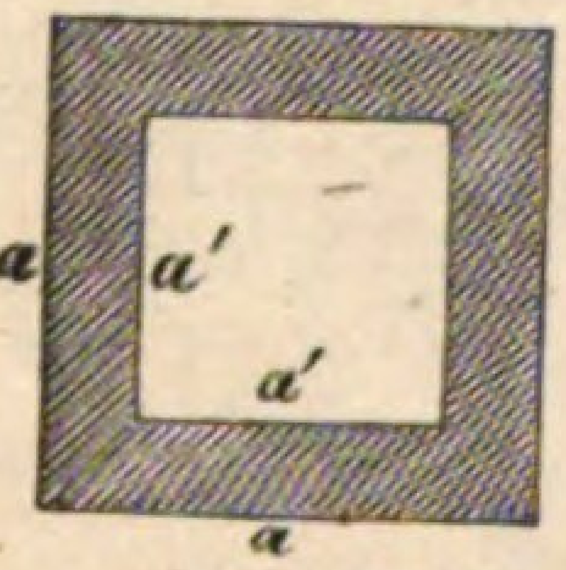
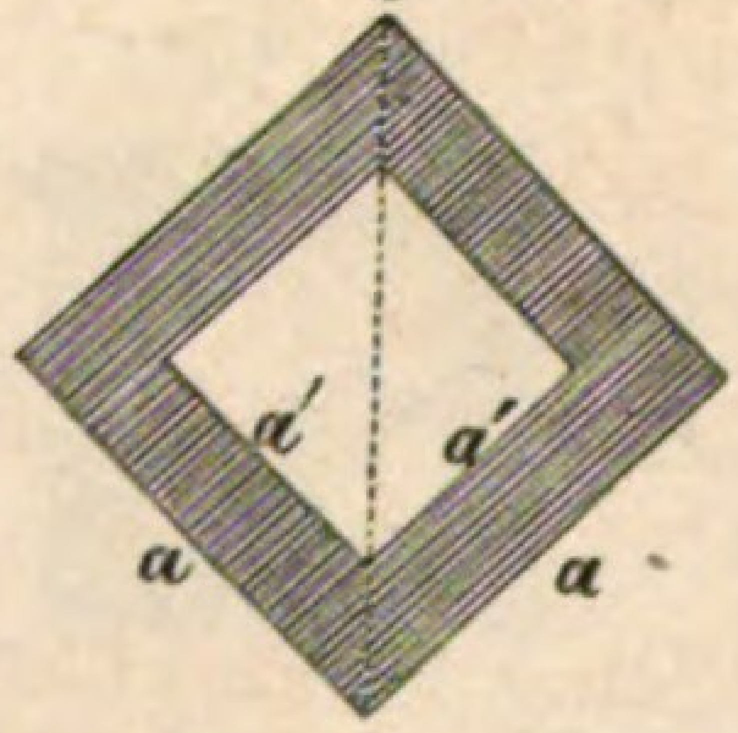


Fig. 22.



Dasselbe Verhältniß hat statt, wenn man quadratische *hohle* Balken von gleichem Querschnitt einmal auf eine Fläche legt und das anderemal auf die Kante stellt.

Wird bei einem Balken von elliptischem Querschnitt einmal die kleine Achse (Fig. 11) und das anderemal die große Achse (Fig. 12) vertikal gestellt, so ist er in der letzteren Lage im Verhältniß der kleinen zur großen Achse stärker als in der ersteren.

Fig. 23.

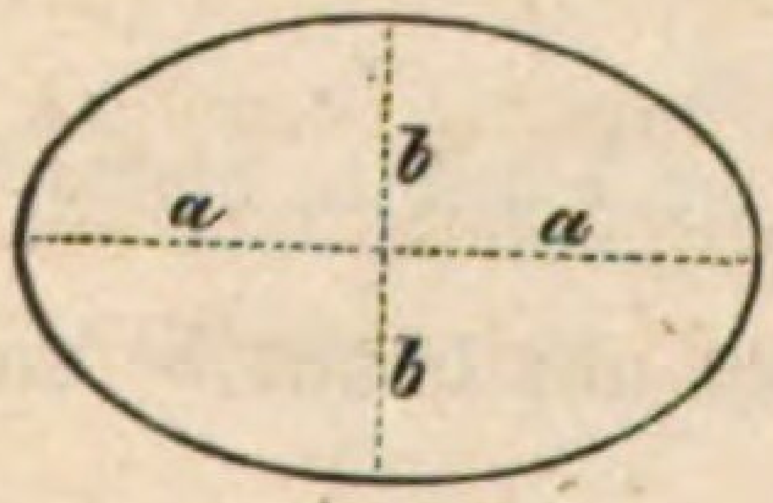
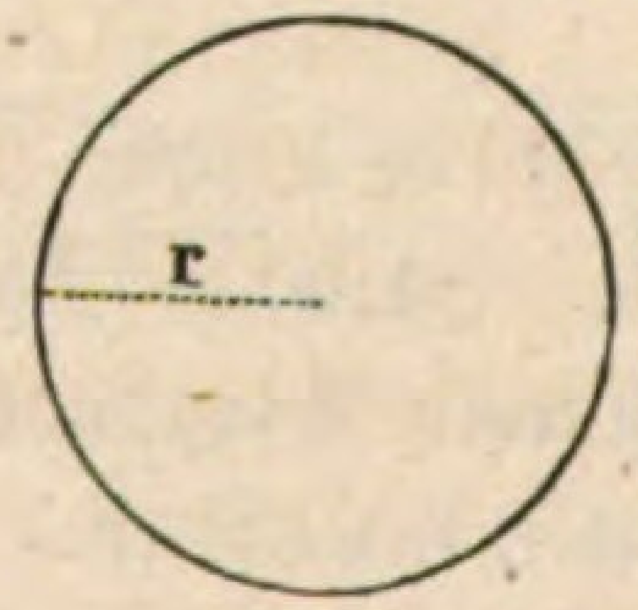


Fig. 24.



Vergleicht man die relative Festigkeit eines elliptischen Trägers mit derjenigen eines cylindrischen Trägers von gleichem Querschnitt und Länge, also auch von gleichem Rauminhalt, so stehen beide Festigkeiten im Verhältniß von $\sqrt{b}$: $\sqrt{a}$; das heißt, sie verhalten sich wie die Quadratwurzel aus der kleinen halben Achse der Ellipse zu der Wurzel aus der halben großen Achse.

Fig. 25.

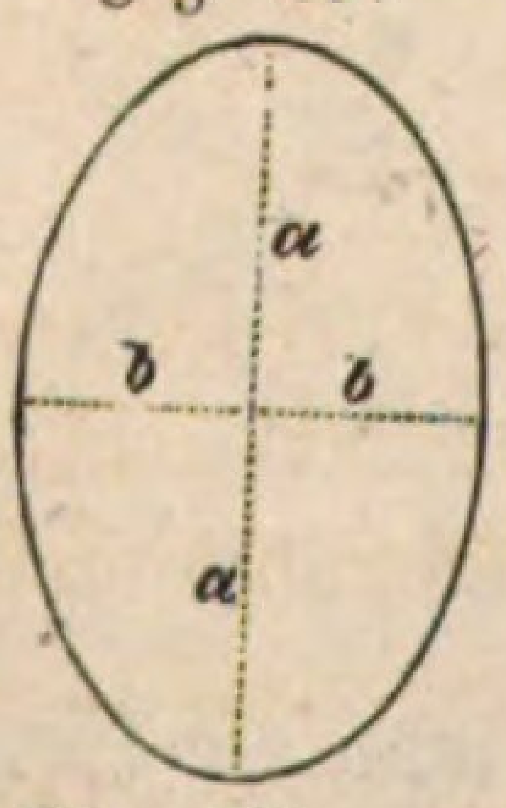
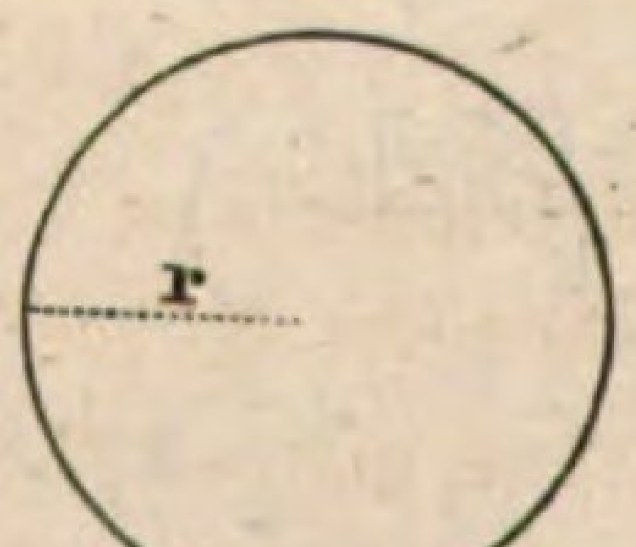


Fig. 26.



Wird, Fig. 25 und 26, der Träger von elliptischem Querschnitt so gelegt, daß seine große Achse vertikal steht, und mit einem Balken von gleich großem kreisförmigen Querschnitt verglichen, so ist das Verhältniß umgekehrt, nämlich $\sqrt{a}$: $\sqrt{b}$.

Fig. 27.

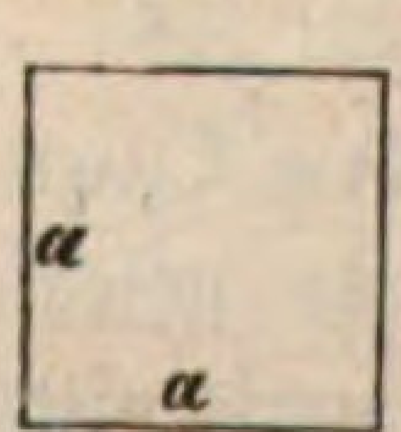
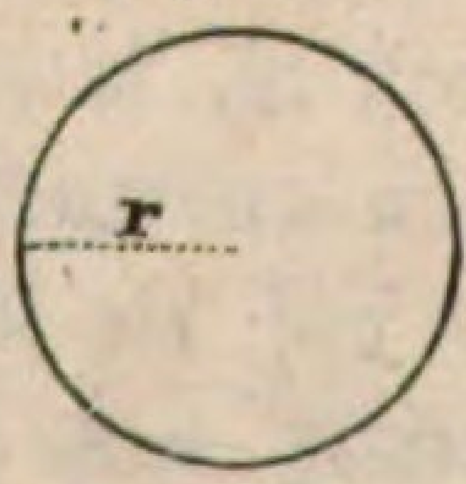


Fig. 28.



Ein Balken von quadratischem Querschnitt, Fig. 27, hat mit einem cylindrischen Balken, Fig. 28 gleich großen Querschnitt und gleiche Länge; ihre relativen Festigkeiten verhalten sich dann wie: 1 : 0,847. Es ist also der vierkantige Balken *stärker* als der kreisrunde.

Wird aber der quadratische Balken auf die Kante gestellt, wie Fig. 29 zeigt, so ist er **schwächer** als der cylindrische und die relativen Festigkeiten verhalten sich wie: 0,83:1.

Fig. 29.

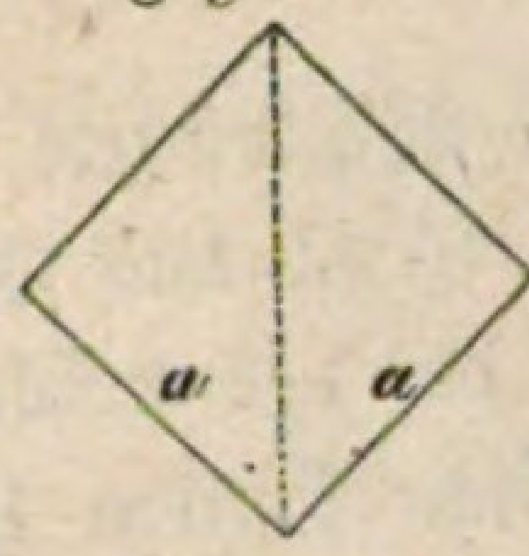
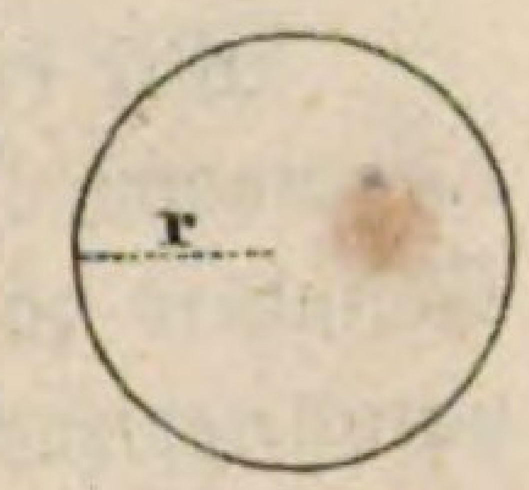


Fig. 30.



Hat ein quadratischer **hohler** Balken (Fig. 31) gleichen Flächeninhalt der Querschnittfläche mit einem vollen Balken, Fig. 32, so ist daß Verhältniß der relativen Festigkeiten von der Wandstärke, oder dem Unterschied der inneren und äußeren Seitenlängen des quadratischen hohlen Balkens abhängig. Es verhalten sich die beiden Werthe Q und Q′ folgendermaßen:

Fig. 31.

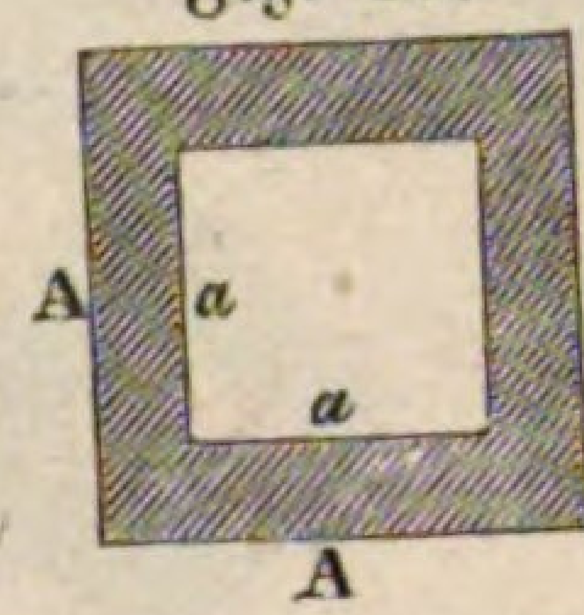
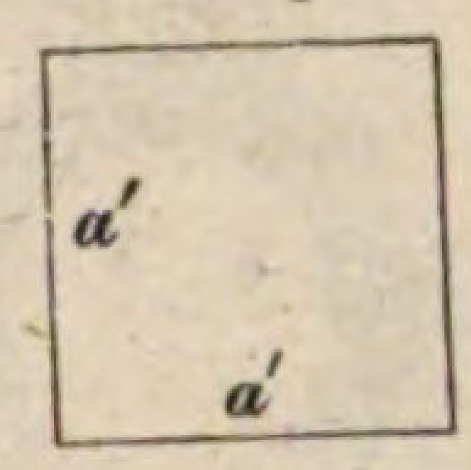


Fig. 32.



$Q : Q' = n\sqrt{n-1} : n \overset{2}{-} 2n \times 2$, wenn die Wandstärke $= \frac{1}{n}$ A (der äußeren Seitenlänge) gesetzt wird. Ist z. B. die Wandstärke $= \frac{1}{10}$ A, so ist die relative Festigkeit des hohlen Balkens 2,7 mal größer als diejenige des vollen Balkens; gleichen Flächeninhalt der Querschnittsflächen und gleiche Länge vorausgesetzt.

Vergleichen wir in derselben Weise die relative Festigkeit eines vollen cylindrischen Balkens mit einer cylindrischen Röhre, von gleicher Querschnittsfläche und gleicher Länge, so erhalten wir, wenn die Wandstärke $R - r' = \frac{1}{n}$ R gesetzt wird:

Fig. 33.

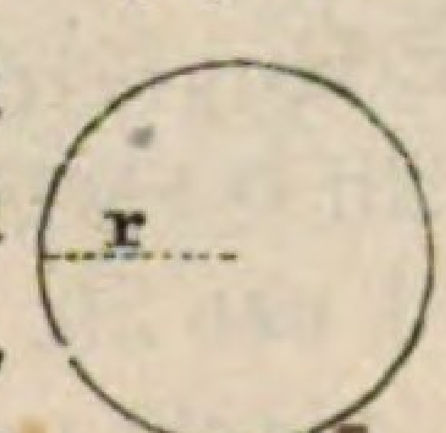


Fig. 34.



$Q : Q' = n\sqrt{(2n-1)} : 2n \overset{2}{-} 2n + 1.$

Nimmt man hier die Wandstärke beispielsweise zu $^1/_5$ R (des äußeren Durchmessers) an, so zeigt die hohle cylindrische Röhre 2,7 mal größere relative Festigkeit als der volle Cylinder von gleicher Querschnittsfläche. Nimmt man die Wandstärke $= {}^1/_{10}$ R, so wird dieses Verhältniß sogar wie 1 : 4,2. Man nimmt jedoch in der Praxis die Wandstärke gewöhnlich zu $^1/_5$ bis $^1/_6$ des äußeren Durchmessers, als schicklichstes Verhältniß, an.

Fig. 35.

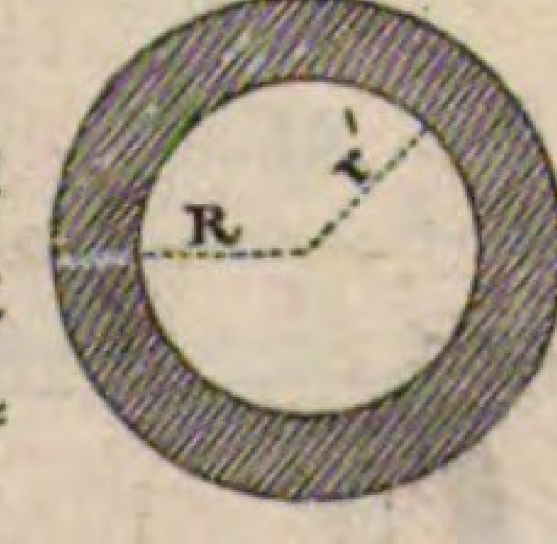
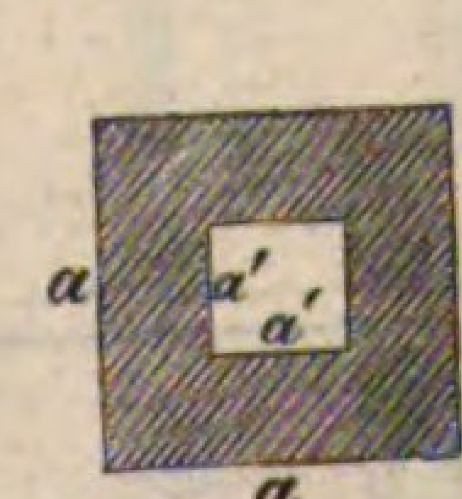


Fig. 36.



Vergleicht man den hohlen Cylinder mit dem hohlen Parallelepiped von quadratischem Querschnitt und setzt die Massen gleich, so erhält man die Gleichung:

$$Q:Q' = \frac{3(R^2 \times r_{,}^2)}{R} : \frac{2(a^2 \times a_{,}^2)}{a}$$

Wird die Wandstärke = $^1/_{10}$ R, oder $^1/_{10}$ a bei beiden Körpern gleich angenommen, so ist das Verhältniß der relativen Festigkeit des hohlen Cylinders zu der des hohlen Parallelepipeds wie 1 : 1,04. Der hohle parallelepipedische Balken ist also etwas fester als die cylindrische Röhre von gleichem Querschnitt.

Fig. 37.

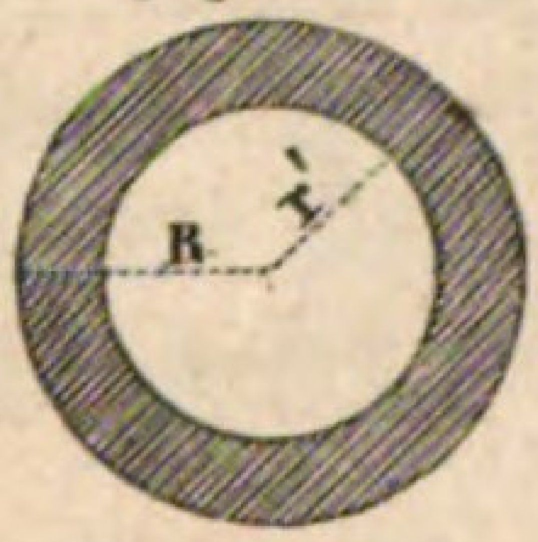


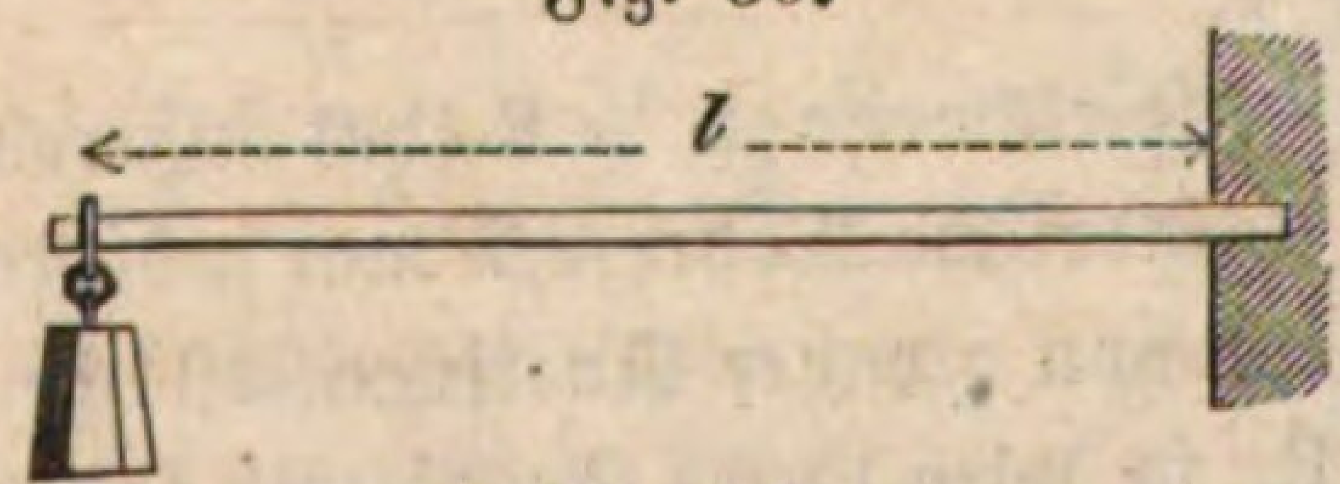
Fig. 38.



Wird dagegen, wie in Fig. 37 u. 38 geschehen, die cylindrische Röhre mit dem auf die Kante gestellten parallelepipedischen hohlen Balken von gleichem Querschnitt verglichen, so ist das Verhältniß der relativen Festigkeiten wie 1 : 0,73. Hier bietet die cylindrische Röhre mehr Widerstandsfähigkeit.

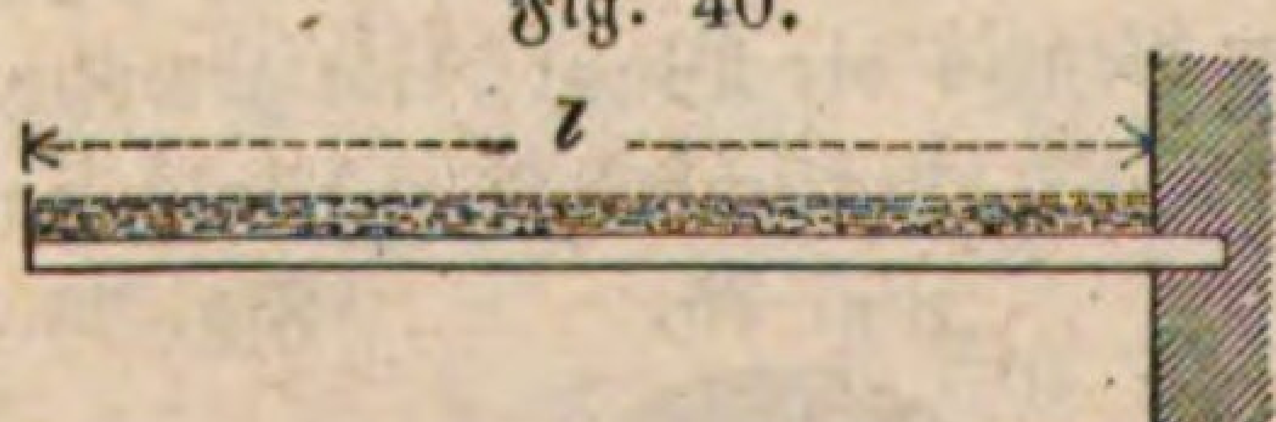
Die in Fig. 4—18 mitgetheilten Werthe für Q — das Brechungsgewicht — gelten für die einzelnen gezeichneten Querschnittsformen der Balken oder Stangen und sind alle nur für den Fall anwendbar, wenn der Balken an dem einen Ende horizontal eingespannt und am anderen Ende belastet wird; wie bei Fig. 1 und 39. Wird aber der Balken oder die Stange in anderer Weise unterstützt und belastet, so zeigt sie, bei gleicher Länge, eine andere Widerstandsfähigkeit. Bezeichnen wir mit Q die Belastung, welche eine Stange zerbricht, wenn sie, wie in Fig. 1 und 39, festgespannt und belastet wird, so ergeben sich für die anderen, zumeist vorkommenden Fälle folgende Werthe für die Bruchgewichte.

Fig. 39.



1. Das eine Ende ist festgehalten und das andere wird belastet. Q.

Fig. 40.



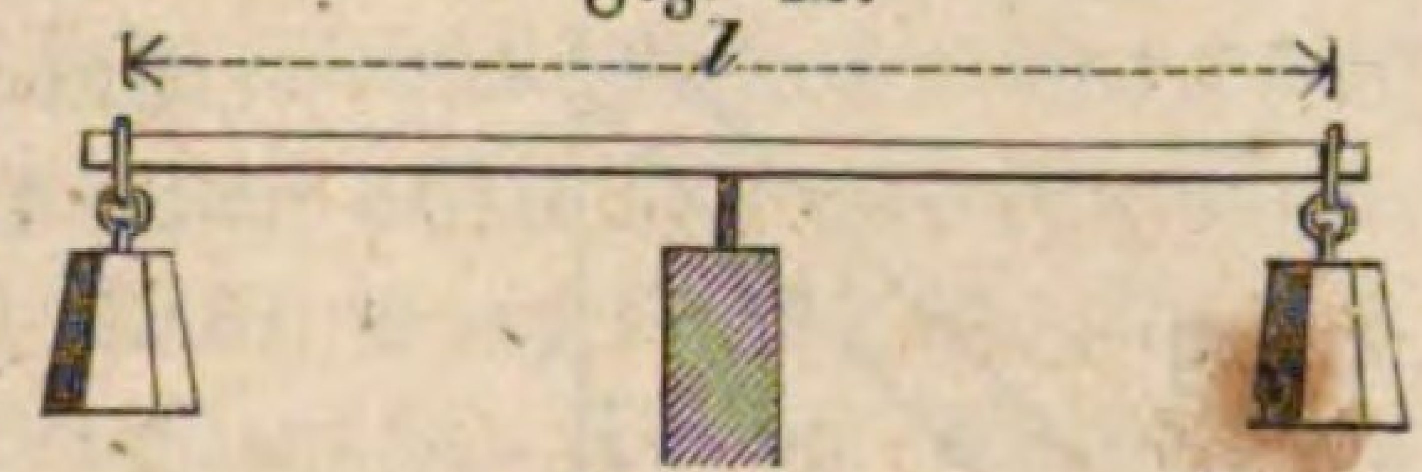
2. Das eine Ende ist festgehalten und die Belastung ist auf der ganzen Länge gleichmäßig vertheilt. 2 Q.

Fig. 41.



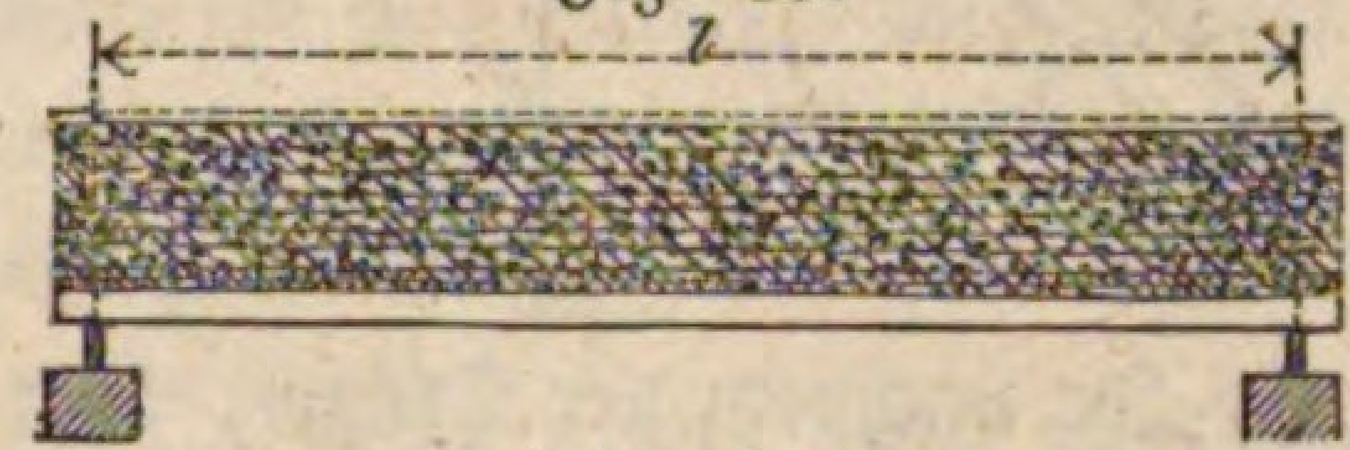
3. Die beiden Enden der Stange liegen frei auf Unterstützungen und die Mitte ist belastet. 4 Q.

Fig. 42.



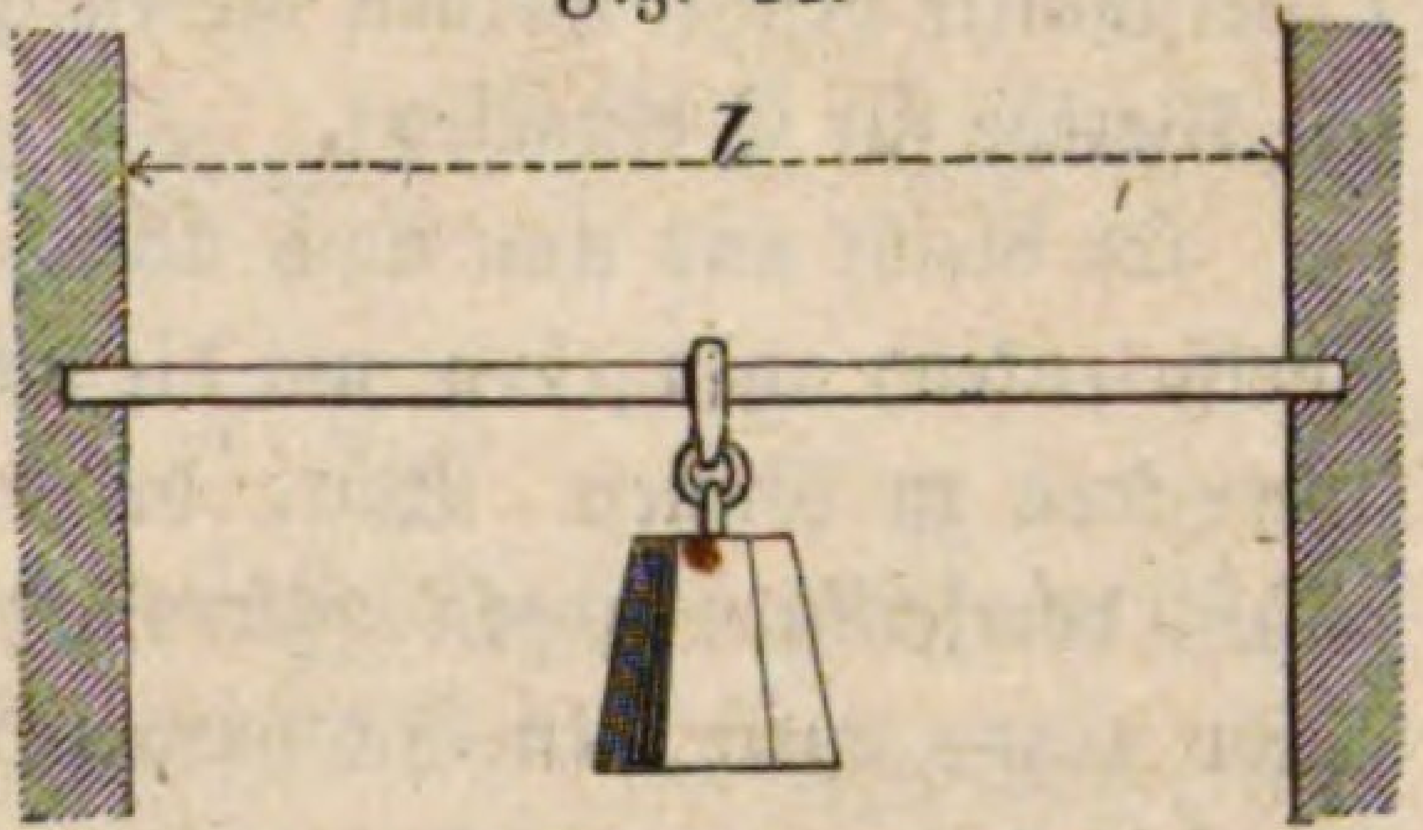
4. Die Mitte der Stange ist unterstützt und beide Enden sind belastet. 4 Q.

Fig. 43.



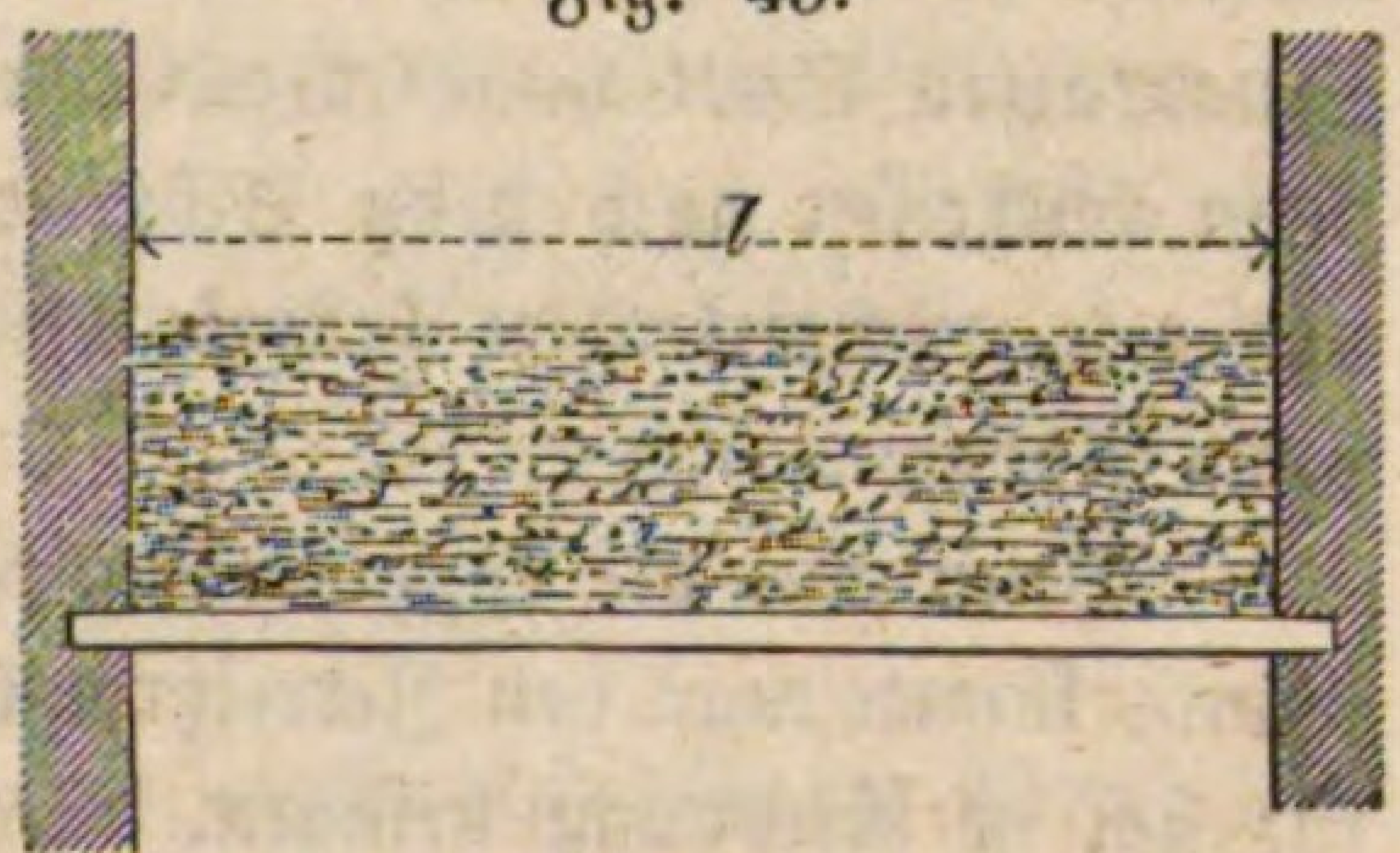
5. Die beiden Enden der Stange liegen frei auf Unterstützungen und die Belastung ist gleichförmig vertheilt. 8 Q.

Fig. 44.



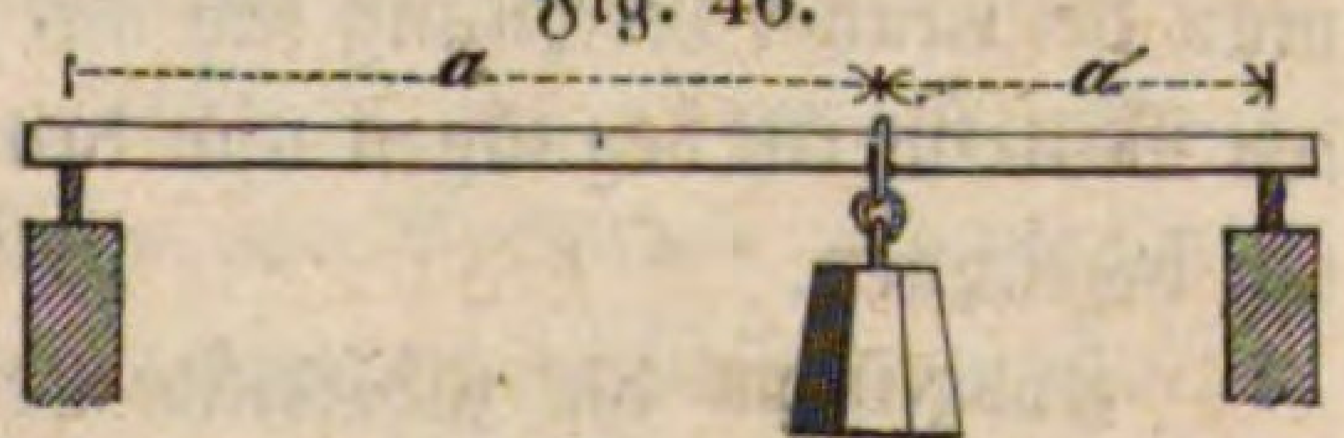
6. Die beiden Enden der Stange sind fest eingespannt und die Belastung wirkt nur an einem Punkt in der Mitte. 8 Q.

Fig. 45.



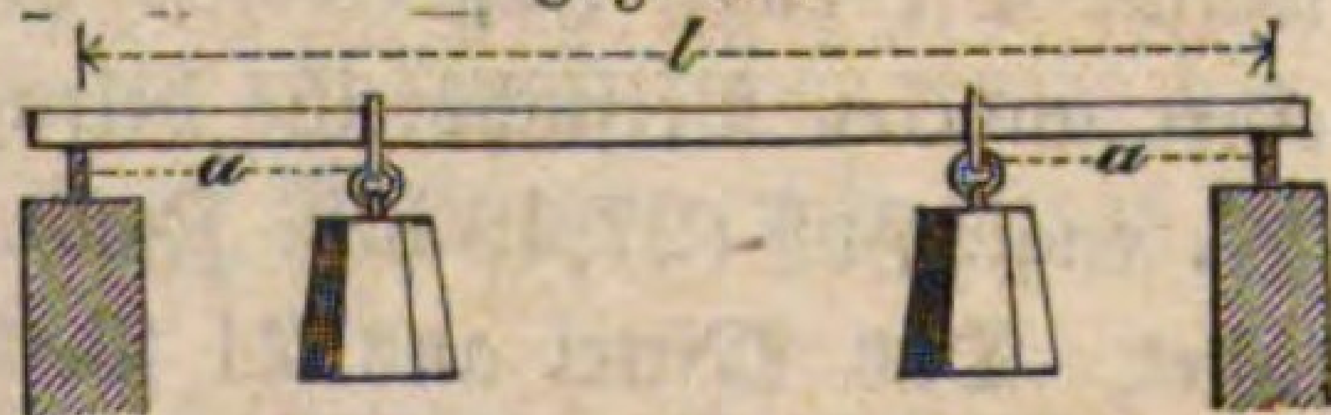
7. Die beiden Enden der Stange sind fest eingespannt und die Belastung ist über die ganze Länge gleichmäßig vertheilt. 12 Q.

Fig. 46.



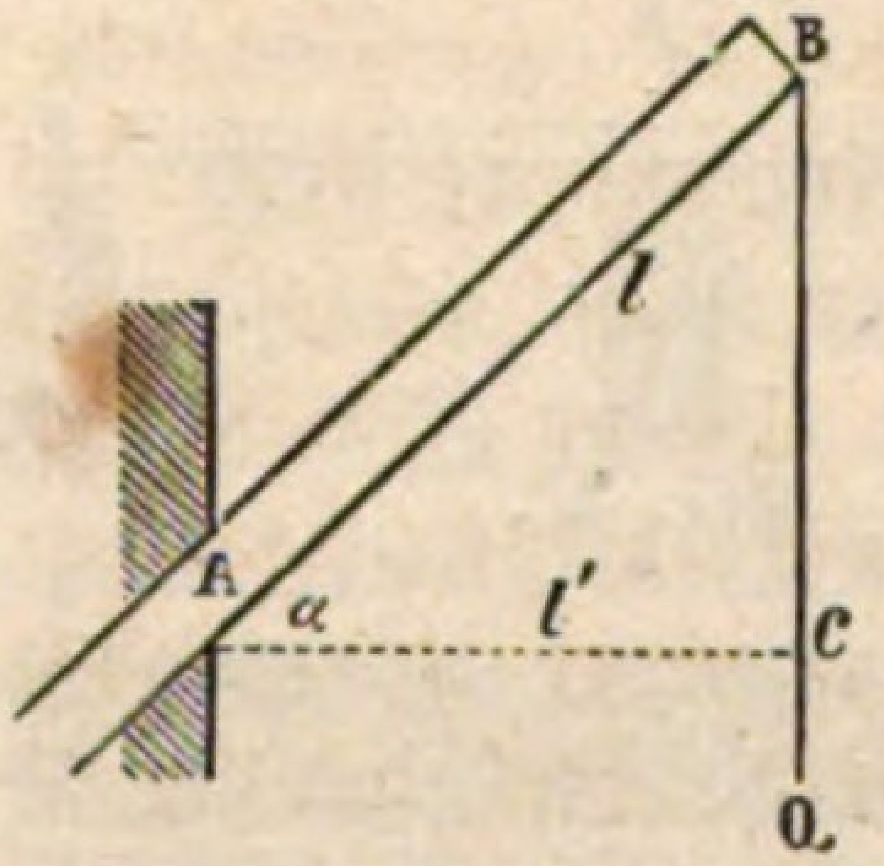
8. Die beiden Enden liegen frei auf den Unterstützungen und die Belastung ist nicht in der Mitte der Länge l, sondern in dem Abstand a von dem einen und a' von dem andern Stützpunkt angebracht. $= Q \cdot \frac{l^2}{a\,a'}$

Fig. 47.



9. Die beiden Enden liegen frei auf den Unterstützungen und die Belastung ist in gleichen Abständen a, a von den Stützpunkten vertheilt angebracht. $= Q \cdot \frac{l}{a}.$

Fig. 48.



10. Eine Stange ist schräg am einen Ende befestigt und am anderen Ende wirkt die Last.

$$Q \cdot \frac{l'}{l}.$$

Je nachdem der Träger, oder Balken einen der früher besprochenen Querschnitte besitzt, werden die entsprechenden bei Fig. 4—18 aufgeführten Werthe für Q eingesetzt.

Es bleibt uns nun noch übrig, den Werth von p (des Brechungs-Coefficienten) anzugeben, um die vorstehenden Formeln auf specielle Fälle anwenden zu können. Wäre bei dem Eisen der Widerstand gegen Zerreißen demjenigen gegen Zerdrücken gleich, und die sogenannte neutrale Achse ginge durch den Schwerpunkt des Querschnitts, so würde p das Gewicht bedeuten, welches erfordert wird, um eine Stange von einem Quadratzoll Querschnitt zu zerreißen oder zu zerdrücken. Da aber weder beim Gußeisen noch beim Schmiedeisen die resp. absoluten Festigkeiten den resp. rückwirkenden Festigkeiten gleich sind, so ist auch der Werth für p ein Anderer.

Wenn man die Lage der neutralen Achse im Augenblick des Bruchs kennte, könnte man den Zerreißungs- und den Zerdrückungscoefficienten für sich in Rechnung bringen. Da dies jedoch nicht der Fall ist, muß man bei rauher Rechnung sich mit einem aus direkten Versuchen ermittelten Mittelwerth begnügen und kann denselben als Brechungs-Coefficienten bezeichnen.

Hodgkinson hat zahlreiche Versuche über die Ermittelung des Bruchgewichts für balkenförmige Körper von G u ß e i s e n gemacht. Die Versuchsstäbe hatten einen quadratischen Querschnitt von 1 Quadratzoll englisch Fläche (1,032 hess. Quadratzoll); sie wurden über Stützen gelegt, welche 4½ engl. Fuß (54,86 hess. Zoll) von einander abstanden. Bei einer anderen Versuchsreihe betrug die Entfernung der Unterstützungen 2¼ engl. Fuß (27,43 hess. Zoll). Die Stäbe wurden in der Mitte belastet. Das Mittel aus 21 Versuchen, welche mit Gußeisen angestellt wurden, das mit heißer Luft erblasen war, und wobei die Abstände der Stützpunkte 4½ Fuß engl. betrugen, ergab: 445,6 engl. Pfund als Bruchgewicht; das Mittel aus 22 Versuchen mit Gußeisen, welches mit

kalter Luft erblasen war, ergab: 456,9 engl. Pfund als Bruchgewicht. Es zeigt sich also, daß das mit kalter Luft erblasene Roheisen eine etwas größere relative Festigkeit besitzt, als das mit heißer Luft erblasene Eisen. Nimmt man aus beiden Werthen das Mittel, so ergeben sich 451,25 engl. Pfund = 409,3 Zollpfund als Bruchgewicht. Da die Stangen an den Enden frei auflagen und in der Mitte bis zum Bruch belästet wurden, so gilt hier für das Bruchgewicht der bei Fig. 41 gefundene Werth = 4 Q. Da der Querschnitt der Stangen rechteckig war, so gilt hier für Q die bei Fig. 4 und 5 angegebene Formel: $Q = \frac{p}{6} \cdot \frac{b \,.\, h^2}{l}$; oder, wenn man das Eigengewicht der Stangen berücksichtigt $W = \frac{p}{6} \cdot \frac{b\, h^2}{l} - {}^1/_2\, G$; und wir haben daher: $409{,}3 = 4 \left(\frac{p}{6} \cdot \frac{b \,.\, h^2}{l} - {}^1/_2\, G\right)$.

Da b und h = 1 engl. Zoll, oder 1,016 hess. Zoll und l = 54,86 hess. Zoll, ferner $G = \frac{54{,}86 \,.\, 1{,}016 \,.\, 1{,}016 \,.\, 7{,}3}{32} = 51{,}6$ ist, wenn das spec. Gewicht des Gußeisens = 7,3 gesetzt wird, so erhält man:

$$409{,}3 = {}^2/_3 \,.\, p \,.\, \frac{1{,}048}{54{,}86} - 25{,}8; \text{ oder:}$$

$$409{,}3 = 0{,}01213 \,.\, p - 25{,}8; \text{ und}$$

$$p = \frac{409{,}3 - 27{,}7}{0{,}01213} = 31616 \text{ Pfd.}$$

Aus den Hodgkinson'schen Versuchen ergibt sich also der Werth für p — der Brechungscoefficient — bei Gußeisen im Durchschnitt zu 31616 Zollpfund pro hess. Quadratzoll; oder zu 2529 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter. Prof **Barlow** hat eine Reihe von Versuchen mit massiven rechteckigen, durchbrochenen, runden und gerippten gußeisernen Balken gemacht. Der aus diesen Versuchen berechnete Werth von p schwankt zwischen 22210 Pfd. bis 47430 Pfd., während der Widerstands-Modul gegen die Ausdehnung sich zu 16480 Pfd. ergab. Diese Unterschiede sind auf Rechnung der verschiedenen Stärken und Querschnitte, und der hierbei nicht berücksichtigten Veränderungen in der Anordnung, welche die Molecüle bei der Biegung erleiden, zu setzen. Nach anderen Angaben ist dieser Brechungscoefficient p für:

Gußeisen,	weißgraues,	nach **Rondelet**:	20700 — 23400 Pfd.
„	dunkelgraues,	„ „	34200 — 36450 „
„	„	„ **Gauthey**:	34800 „

Gußeisen, dunkelgraues, nach	Banks:	39400	Pfd.
" " "	Tredgold:	34500—46700	"
" " "	v. Gerstner:	20490—31370	"
" " "	v. Burg:	49600	"
" " "	Rennie:	47800	"

Diese Angaben differiren demnach bedeutend, und wir dürfen den Mittelwerth nicht über 32000 hess. Pfd. pro hess. Quadratzoll; oder zu 2560 Kilogramm pro Quadratcentimeter annehmen*). Die Versuche Hodgkinson's mit Trägern von verschieden geformten Querschnitten ergaben im Mittel 32500 Pfd. pro. hess. Quadratzoll, was hiermit gut übereinstimmt.

Bei schmiedeisernen Stangen, welche nicht kurz abbrechen, sondern sich biegen, ist durch Versuche der Werth von p nicht leicht zu ermitteln.

Bernouilli gibt den Werth von p für dünne Stücke Schmiedeisen zu 75000 Pfd. pro hess. Quadratzoll oder 6000 Kilogramm pro Quadratcentimeter an. Für dicke Stücke Schmiedeisen wird p zu 50000 Pfd. pro hess. Quadratzoll (4000 Kilogramm pro Quadratcentimeter) und für Röhren aus Blech $p = 43750$ Pfd. pro Quadratzoll; oder zu 3500 Kilogramm pro 1 Quadratcentimeter angegeben. Diese Werthe sind etwas hoch gegriffen. Schätzbare Resultate für die Praxis liefern die von **Hodgkinson** und **Fairbairn** angestellten Versuche über die relative Festigkeit verschieden geformter Träger von Guß- und Schmiedeisen. Aus denselben läßt sich der Werth des Coefficienten p für die gebräuchlichsten Querschnittsformen ableiten, was mehr Sicherheit für die Rechnung bietet. Wir theilen in Nachstehendem die Hodgkinson'schen und Fairbairn'schen Versuche im Auszug mit. Wer sich näher damit bekannt machen will, dem empfehlen wir die „Memoirs of the Manchester Philosophical Society" und Fairbairn's Werk: „On the application of cast and wrought iron to building purposes", wovon eine deutsche Bearbeitung von Dr. D. Brauns im Verlag der Schulbuchhandlung in Braunschweig 1859 erschienen ist.

1. Gusseiserne Träger.

Die Versuche wurden mit Balken von verschiedenen Querschnitten gemacht. Wo nichts Anderes bemerkt ist, betrug die freie Spannweite 54 engl. = 54,86 hess. Zoll (137 Centimeter), und die Höhe der Tragbalken $5^1/_8$" (12,8 Centimeter). Die Querschnitte sind jedesmal ange-

*) Zur Reduction der Werthe von p auf anderes Maß und Gewicht siehe die Coefficienten auf S. 4 oder 6, womit zu multipliciren ist.

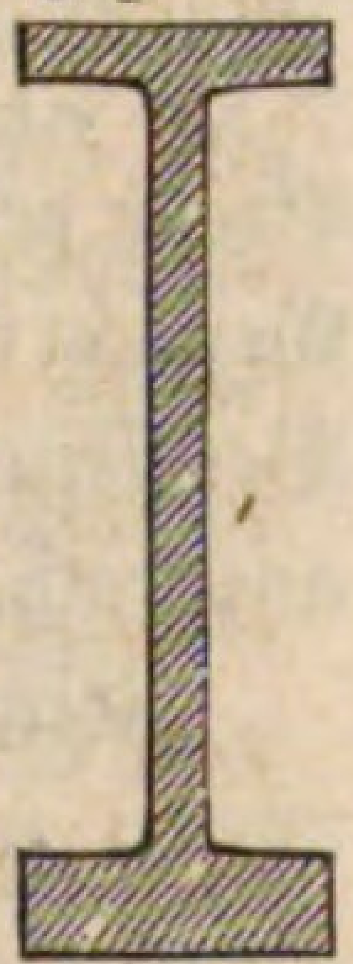
geben und der Werth des Coefficienten p ist aus den Versuchen berechnet und beigesetzt. Dieser Werth ist bei Trägern von ähnlichem Querschnitt stets derselbe.

Fig. 49.



Breite des mittleren Theils = 0,29″. Obere Rippe = 0,42″ × 1,77″ = 0,743 □″. Untere Rippe 0,39″ × 1,79″ = 0,70 □″. Ganzer Querschnitt = 276 Quadratzoll. Gewicht des Trägers = 32,7 Pfd. Belastung beim Bruche, incl. des halben Eigengewichts, = 6026 Pfd. — p = 23800 Pfd. Wenn die Ober- und Unterrippe gleichen, oder nahezu gleichen Querschnitt haben, oder wenn gar die Unterrippe schwächer ist, so ergeben diese Verhältnisse für gußeiserne Träger das ungünstigste Resultat.

Fig. 50.



Hier beträgt der Querschnitt der oberen Rippe ohngefähr die Hälfte vom Querschnitt der unteren Rippe. — Breite des mittleren Theils 0,30″. Obere Rippe = 1,76″ × 0,26″ = 0,46 □″. Untere Rippe = 1,80″ × 0,56″ = 1,01 □″. Ganzer Querschnitt = 2,82 □″. Gewicht = 35,4 Pfd. Belastung beim Bruche = 6700 Pfd. — p = 25860.

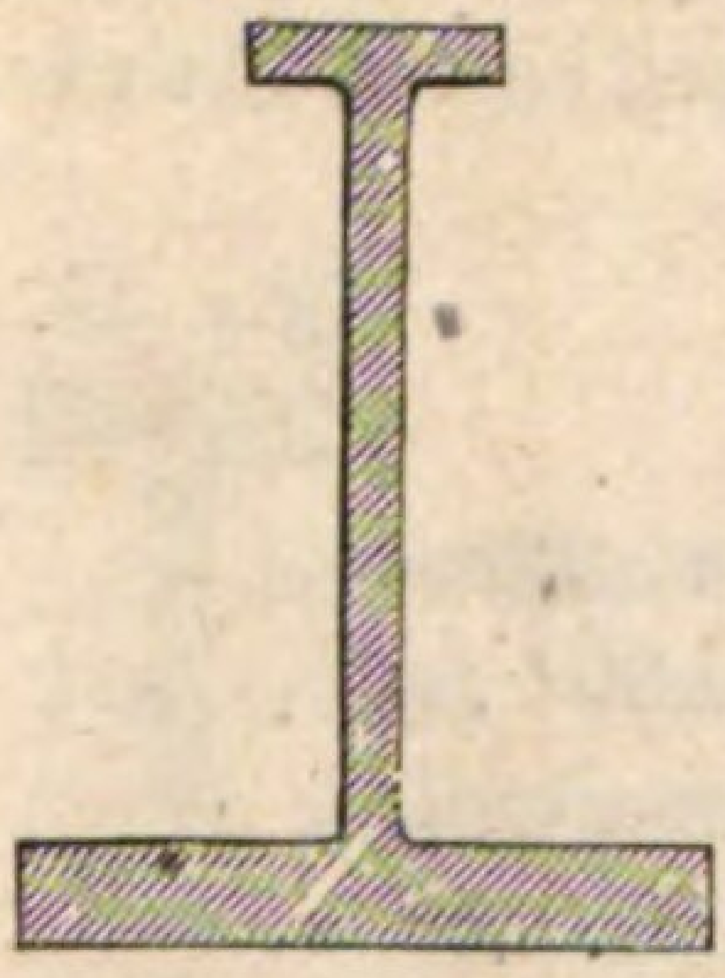
Fig. 51.



Bei dem in Fig. 51 dargestellten Träger ist das Verhältniß des Querschnitts von der oberen Rippe zu dem der unteren Rippe nahezu wie 1 : 4. — Breite des mittleren Theils = 0,32″. Querschnitt der oberen Rippe = 1,09 × 0,30 = 0,33 □″. Querschnitt der unteren Rippe = 2,13 × 0,58 = 1,23 □″. Totaler Querschnitt = 2,97 □″. Gewicht = 36,3 Pfd. Totalbelastung beim Bruche 7519 Pfd. Senkung vor dem Bruche über ¼″. — p = 27510.

Bei einem anderen ähnlichen Träger war das Verhältniß des Querschnitts von der oberen Rippe zu dem der unteren nahezu wie 2 : 9 oder 1 : 4,5; der totale Querschnitt = 3,33 □″. Der Guß erfolgte so, daß die untere Seite nach oben zu lag, was vortheilhafter auf die Stärke einzuwirken schien. — p = 31800.

Fig. 52.



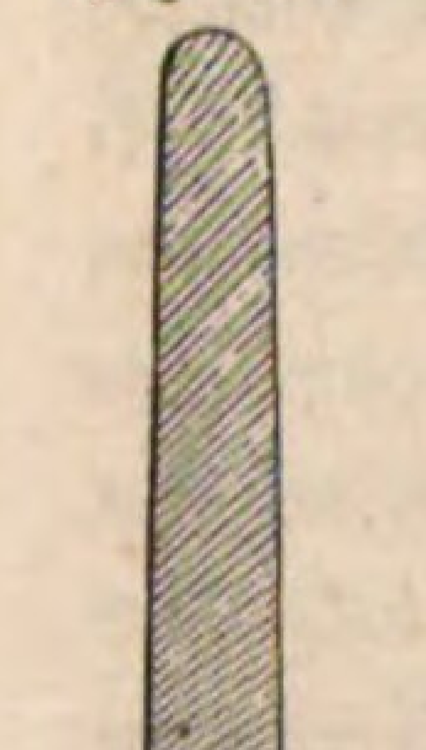
Querschnitt mit verhältnißmäßig breiten Rippen, wovon sich die obere zur unteren wie 1:4 verhält. — Querschnitt der oberen Rippe = 1,62 × 0,315 = 0,51 □″. Querschnitt der unteren Rippe = 4,23 × 0,54 = 2,28 □″. Breite des mittleren Theils = 0,38″. Totaler Querschnitt = 4,47 □″. Gewicht = 51,7 Pfd. Senkung bei 12431 Pfd. Belastung = 0,53″. Belastung beim Bruch = 13143. Der Bruch erfolgte durch Dehnung des unteren Theils 1″ von der Mitte. — p = 31980.

Aehnlicher Querschnitt, doch mit noch breiterer Unter-Rippe und Verhältniß der Rippenquerschnitte wie 1 : 5½. — p = 33180. Einsenkung vor dem Bruch 0,54″.

Träger mit Rippen, deren untere etwa den sechsfachen Querschnitt der oberen hat. Querschnitt der oberen Rippe = 2,38 × 0,31 = 0,74 □″. Querschnitt der unteren Rippe = 6,78 × 0,67 = 4,54 □″. Breite des vertikalen Theils = 0,266″. Totaler Querschnitt = 6,43 □″. Gewicht 64,4 Pfd. Bruchbelastung incl. halbes Eigengewicht = 23690 Pfd. Der Bruch erfolgte durch Zerdrückung der oberen Parthie, indem ein Keil ausbrach. — p = 40067.

Ein ähnlicher Träger, bei welchem das Querschnitt-Verhältniß der oberen zur unteren Rippe wie 1:7 war, ergab für p = 35140. Der Bruch erfolgte ganz nahe in der Mitte durch Zerreißen. Die Einsenkung vor dem Bruch betrug 0,51 Zoll.

Fig. 53.



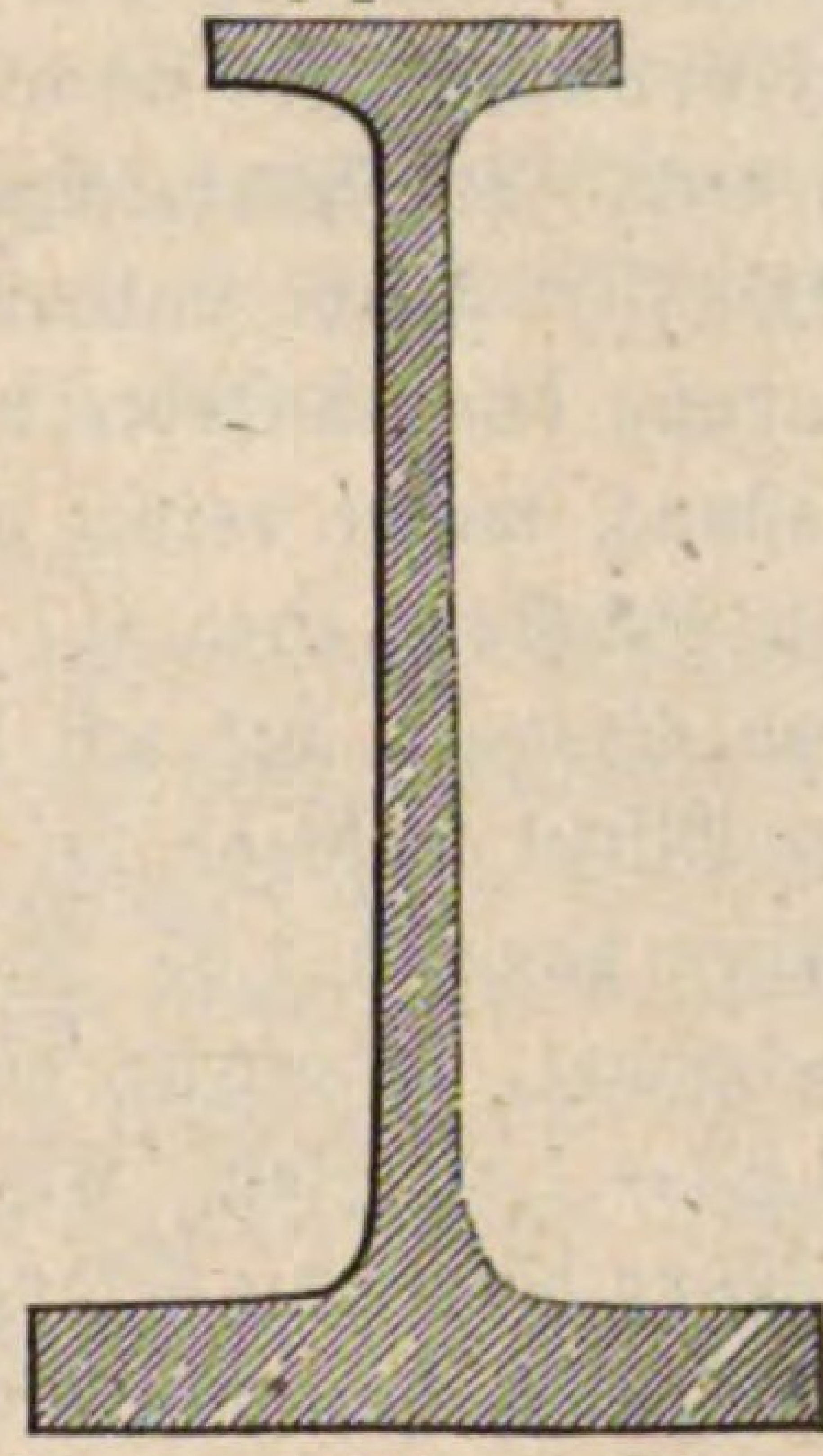
Träger von der Querschnittsform Fig. 53. Breite oben = 0,32″, mitten = 0,44″, unten = 0,47″, die Unterrippe = 2,31 Querschnitt = 3,30 □″. Gewicht 36,7 Pfd. Verbog sich etwas vor dem Bruche. Bruchgewicht = 7519 Pfd. p = 24753.

Ein ähnlicher Träger, welcher so gegossen wurde, daß die untere Seite nach oben zu lag, was vortheilhafter auf die Stärke einzuwirken schien, ergab p = 27690.

Ein anderer Versuch mit einem ähnlichen Träger ergab für p = 26436.

Die Versuche ergaben, daß die Festigkeit bei den Querschnitten mit überwiegender Unterrippe beinahe im Verhältniß des Flächengehalts derselben steht.

Fig. 54.



Es wurden auch noch Versuche mit Trägern von größerer Spannweite gemacht. Der in Fig. 54 im Querschnitt dargestellte Träger hatte eine freie Spannweite von 33′ 3″, Höhe von 18,3″. Die obere Rippe = 5,08″ × 0,51 = 2,59 □″. Die untere Rippe = 10,2″ × 1,52″ = 15,5 □″. Breite des mittleren Theils oben = 5/8″, unten = 3/4″. Querschnitt = 29,93 □″. Die Einbiegung betrug kurz vor dem Bruch 2,15″ — p = 37590.

Berechnet man aus den verschiedenen angestellten Versuchen die absolute Festigkeit des Gußeisens so erhält man als Modul derselben 21000 Pfd. pro heff. Quadratzoll, oder 1680 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Dagegen berechnet sich der Modul der rückwirkenden Festigkeit im Durchschnit zu 58000 — 75000 Pfd. pro heff. Quadratzoll, oder zu 4640 — 6000 Kilogr. pro Quadratcentimeter.

Im Allgemeinen geht aus den Versuchen hervor, daß die Träger mit verhältnißmäßig breiten Rippen die größte Tragfähigkeit besitzen. Der günstigste Querschnitt ist derjenige, bei dem sich der Abstand der oberen Kante von dem Schwerpunkt des Querschnitts, zu dem Abstand der unteren Kante desselben verhält wie die rückwirkende Festigkeit zur absoluten. Das Verhältniß dieser Festigkeiten ist im Durchschnitt wie 1:4.

Man hat gußeiserne Träger von einem Querschnitt mit Ober- und Unterrippen bei Gebäuden und Brücken bis zu 50′ (12½ Meter), ja noch darüber, angewendet. Sie bieten aber für solche Verhältnisse keine Vortheile gegen schmiedeiserne Träger; ja sie sind gefährlich. Es ist leicht möglich, daß bei solchen Güssen Fehlstellen und Blasen, eingegossene Schlackenstücke 2c. vorkommen, welche man nicht bemerkt, was bei dem Schmiedeisen nicht der Fall ist. Ueberdies bricht der gußeiserne Träger plötzlich, ohne vorher den Bruch anzuzeigen, was bei dem Schmiedeisen auch nicht der Fall ist. Auch üben rasche Temperaturveränderungen nachtheilige Einwirkungen auf das Gußeisen und es entstehen leicht Sprünge in demselben.

Bei den vorstehend beschriebenen Versuchen wurden die Träger so lange mit unmittelbar auf einander folgenden Gewichtszulagen beschwert bis der Bruch erfolgte. Es kam aber auch darauf an, zu untersuchen,

welchen Einfluß die Zeitdauer der Belastungen auf gußeiserne Träger übt. Fairbairn hat auch hierüber Versuche angestellt. Die Probeträger hatten einen quadratischen Querschnitt von 1,03 □″ Fläche und eine freie Spannweite von 54,86 Zoll. Die Belastung blieb 5 Jahre daran und wechselte von ½ bis ⁹/₁₀ der Bruchbelastung, welche vorher an gleichen Trägern ermittelt worden war. War die Belastung circa 0,7 der Bruchbelastung, so betrug die Senkung bei den Stangen aus mit kalter Gebläseluft erzeugtem Eisen = 1,32 Zoll im Mittel während der 5 Jahre; bei mit heißer Gebläseluft erzeugtem Eisen dagegen 1,57 Zoll. War die Belastung 0,77 — 0,8 der Bruchbelastung, so betrug die Senkung während der 5 Jahre im Mittel 1,83 — 1,82 Zoll. Eine dauernde Belastung von 0,925 der Bruchbelastung hielten die Stangen nicht aus.

Auch über den Einfluß von zeitweise wiederholten Stößen auf die relative Festigkeit des Gußeisens, wurden Versuche angestellt. Man fand, daß wenn die Stöße so stark waren, daß sie eine halb so große Biegung auf die Stangen hervorbrachten als die Bruchbelastung hervorgebracht haben würde, 4000 Schläge in der Regel hinreichen um die Stangen oder Träger zu zerbrechen. Ebenso wirkt eine zeitweise starke und dann wieder verminderte Belastung nachtheilig. Fairbairn ist deßhalb der Ansicht, daß bei der Prüfung von gußeisernen Trägern, welche später verwendet werden sollen, die Probebelastung auf ¼ der Belastung zu beschränken ist, welche den Bruch herbeiführen würde.

Versuche über den Einfluß der Temperatur auf die relative Festigkeit des Gußeisens scheinen darzuthun, daß diese Festigkeit unter dem Gefrierpunkt und über 500 ° Celcius abnimmt.

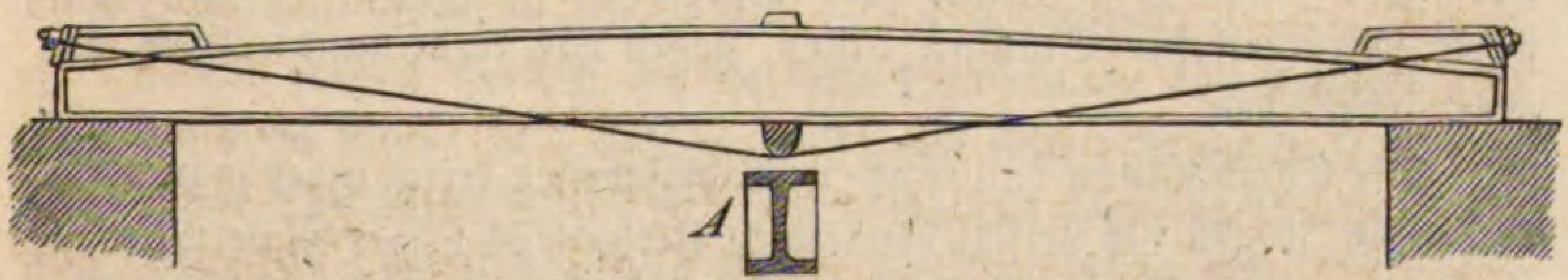
Fairbairn hat auch Versuche über die relative und rückwirkende Festigkeit von öfter umgeschmolzenem Gußeisen angestellt. Die Versuche wurden mit 60,96 hess. Zoll langen und 1,03 Quadratzoll im Querschnitt haltenden Stangen angestellt, welche eine freie Spannweite von 54,86 Zoll erhielten. Die Versuche wurden mit solchen Stangen vorgenommen deren Eisen 1mal, 2mal, 3mal, bis 18mal umgeschmolzen war. Aus den Versuchen ging hervor, daß die Festigkeit mit der Dichtigkeit durch das Umschmelzen bis zu einem gewissen Grade wächst, worauf dann wieder eine Abnahme erfolgt. Bei dem von Fairbairn versuchten Eisen nahm das spec. Gewicht, die relative Festigkeit, die rückwirkende Festigkeit und die Widerstandsfähigkeit gegen transversellе Stöße auf die Mitte, bis zur 13. und 14. Umschmelzung bedeutend zu, aber nicht

regelmäßig; von da an wurde bis zur 18. Umschmelzung eine rasche Abnahme beobachtet. Aus von Major Wade in Amerika angestellten Versuchen geht hervor, daß die Festigkeit des Gußeisens durch wiederholtes Umschmelzen, sowie dadurch, daß man das Metall 3 — 4 Stunden in Schmelzung erhält, um 60 Prozent gesteigert werden kann.

2. Armirte gusseiserne Balken.

Da das Gußeisen zwar eine bedeutende rückwirkende Festigkeit, aber eine verhältnißmäßig geringe absolute Festigkeit besitzt, wogegen die absolute Festigkeit des Schmiedeisens sehr bedeutend ist, so hat man beide Eisensorten zur Construktion fester Träger mit einander verbunden. Die einfachste Form eines solchen Trägers zeigt die Figur 55; zusammengesetztere Formen werden wir in dem Abschnitt Brücken kennen lernen. In Fig. 55 sind von den oberen Enden des gußeisernen Trägers zwei

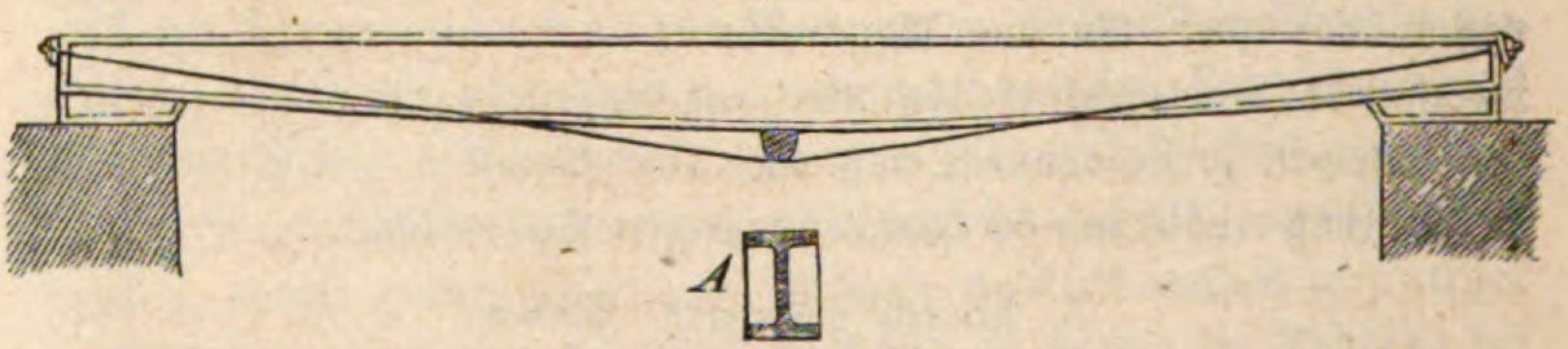
Fig. 55.



schmiedeisernen Stangen schräg gegen die Mitte der unteren Seite geführt. Biegt sich der Träger an dieser Stelle unter der Belastung ein, so müssen die Zug-Stangen zerreißen, wenn ein Bruch in der Mitte erfolgen soll. Versuche mit solchen Trägern ergaben folgendes Resultat. Die freie Spannung betrug 54,86 hess. Zoll; die Dimensionen des Querschnitts A betrugen in der Mitte: obere Rippe = 1,02″ × 0,20″ = 0,204 □″, untere Rippe = 2,65″ × 0,445″ = 1,18 □″, Breite des mittleren Theils = 0,25″, Dicke des Balkens = 4,24″. Die schmiedeisernen Stangen hatten einen Durchmesser von 0,76″. Die Bruchbelastung, auf die Mitte gelegt, betrug 7620 Pfd. Die größte Senkung war 0,8″ — 0,99″. Der Bruch erfolgte durch Zusammendrücken der oberen Partie. Bei ganz gleichen, aber nicht armirten Balken von demselben Querschnitt war dagegen die Bruchbelastung nur 5290 Pfd. und die größte Senkung betrug 0,79″. Es gewinnt deßhalb ein Träger durch das Armiren circa 44 Prozent an seiner ursprünglichen Stärke.

Dreht man dagegen den Balken herum, wie in Fig. 56 geschehen, so daß die breite Rippe (siehe den Querschnitt A) nach oben gekehrt ist, und armirt denselben, so wird er bedeutend fester. In diesem Fall ergab

Fig. 56.



sich nämlich durch den Versuch eine Bruchbelastung von 11170 Pfd. und eine Senkung von 1,08″. Der Bruch erfolgte durch Zerreißen der unteren Partie, weßhalb eine Verstärkung der schmiedeisernen Stangen zweckmäßig gewesen wäre. Ohne Armatur trug ein gleicher umgekehrter Balken, so daß die breite Rippe nach oben zu liegen kam, nur 3053 Pfd., und die größte Senkung betrug 0,55″. — Ueberall wo man daher bei Trägern Guß- und Schmiedeisen combinirt, müssen eine starke gußeiserne Oberrippe zum Widerstand gegen das Zusammendrücken und entsprechend starke schmiedeiserne Stangen unten, gegen das Auseinanderreißen, angeordnet werden.

Die Combination von Guß- u. Schmiedeisen erregt indeß mancherlei Bedenken, wegen des verschiedenartigen Verhaltens beider Materialien in Hitze und Kälte, sowie bei starken Belastungen. Das Gußeisen ist nur einer geringen Ausdehnung fähig und bricht bei heftigen Stößen rasch und ohne vorhergehende sichtliche Formveränderung. Das Schmiedeisen ist dagegen zähe und in größerem Grade nachgiebig und ausdehnungsfähig bei Stößen und Temperaturveränderungen. Beide Materialien zeigen daher bei gleichen Belastungen und unter denselben Temperatureinflüssen keine gleichlaufenden Werthe für ihre totalen und permanenten Ausdehnungen; diese sind vielmehr sehr verschieden. Diese Umstände erschweren ein richtiges Zusammenpassen beider Materialien. **Fairbairn** räth, die schmiedeiserne Armatur vorher entsprechend anzuspannen, wodurch diese Ungleichheiten einigermaßen ausgeglichen werden können.

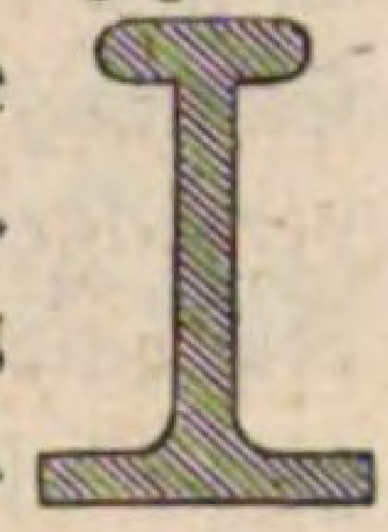
3. Schmiedeiserne Träger.

Versuche über die Widerstandsfähigkeit von schmiedeisernen Stäben gegen Bruch sind uns nicht bekannt. Dagegen liegen solche Versuche mit Eisenbahnschienen und gewalzten Trägern mit oberer und unterer Rippe vor. Die Versuche mit Eisenbahnschienen wurden von **Th. Weishaupt** auf Veranlassung des Königl. Preußischen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten angestellt. Die Schienen wurden in ihrer

gewöhnlichen Länge auf Stützpunkte von 3 preuß. Fuß Entfernung gelegt und in der Mitte bis zum Bruch belastet. Wir unterlassen es hier die Resultate dieser sorgfältigen und interessanten Versuche mitzutheilen, da sie für unsern Zweck keine direkte Benutzung bieten.

Fairbairn hat mit gewalzten Trägern von dem in Fig. 57 dargestellten Querschnitt Verbrechungsversuche angestellt.

Fig. 57.



a. Die Länge betrug 141,2 heff. Zoll, die freie Spannweite 134,1″; die obere Rippe = 1,016″ × 2,54″, die untere Rippe = 0,38″ × 4,06″, der Mitteltheil 7,04″ × 0,326″. Das Gewicht war 205,9 Zollpfund. Eine bleibende Senkung von 0,09″ stellte sich erst bei einer Belastung von 10206 Pfd. ein. Die größte Senkung betrug 0,7″ bei einer Belastung von 11,848 Pfd. incl. dem halben Eigengewicht der freien Länge. Der Bruch erfolgte durch seitliche Drehung. Der Werth von p berechnet sich für diese Querschnittsform zu 28740 Pfd. pro Quadratzoll.

b. Ein zweiter Versuch, wo die freie Spannweite des Trägers 122 Zoll, die obere Rippe = 1,016 × 2,79″, die untere Rippe = 0,44″ × 4,37″, das Mitteltheil 8,13″ × 0,35″ und das Gewicht 224 Pfd. betrug, ergab für p einen ähnlichen Werth, nämlich 28540 Pfd.

c. Die Länge des Trägers betrug 129 heff. Zoll, die freie Spannweite = 122 Zoll, die obere Rippe 1,016″ × 2,79″, die untere = 0,42″ × 4,37″, das Mitteltheil 8,13″ × 0,38″, das Gewicht 250 Pfd. Man erhielt folgendes Resultat.

Belastung. Pfd.	Senkung. Zoll.	Belastung. Pfd.	Senkung. Zoll.
803	0,020	11790	0,220
2364	0,050	13358	0,250
3958	0,090	14881	0,290
5537	0,110	16424	0,370
7106	0,140	17994	0,475
8670	0,165	19548	0,590
10210	0,195		

Die stärkste Senkung betrug 0,6″. Die Bruchbelastung betrug, incl. dem halben Eigengewicht, 20513 Pfd.; der Träger erlitt vor dem Bruch eine Seitendrehung von 2,7″. Der Werth von p berechnet sich aus diesem Versuch für den gewählten Querschnitt zu 34640 Pfd. pro Quadratzoll.

Ein Blechträger von ähnlicher Form, Fig. 58, aber aus einem vertikalen Blech und oberen und unteren Winkeleisen zusammengenietet

Fig. 58.

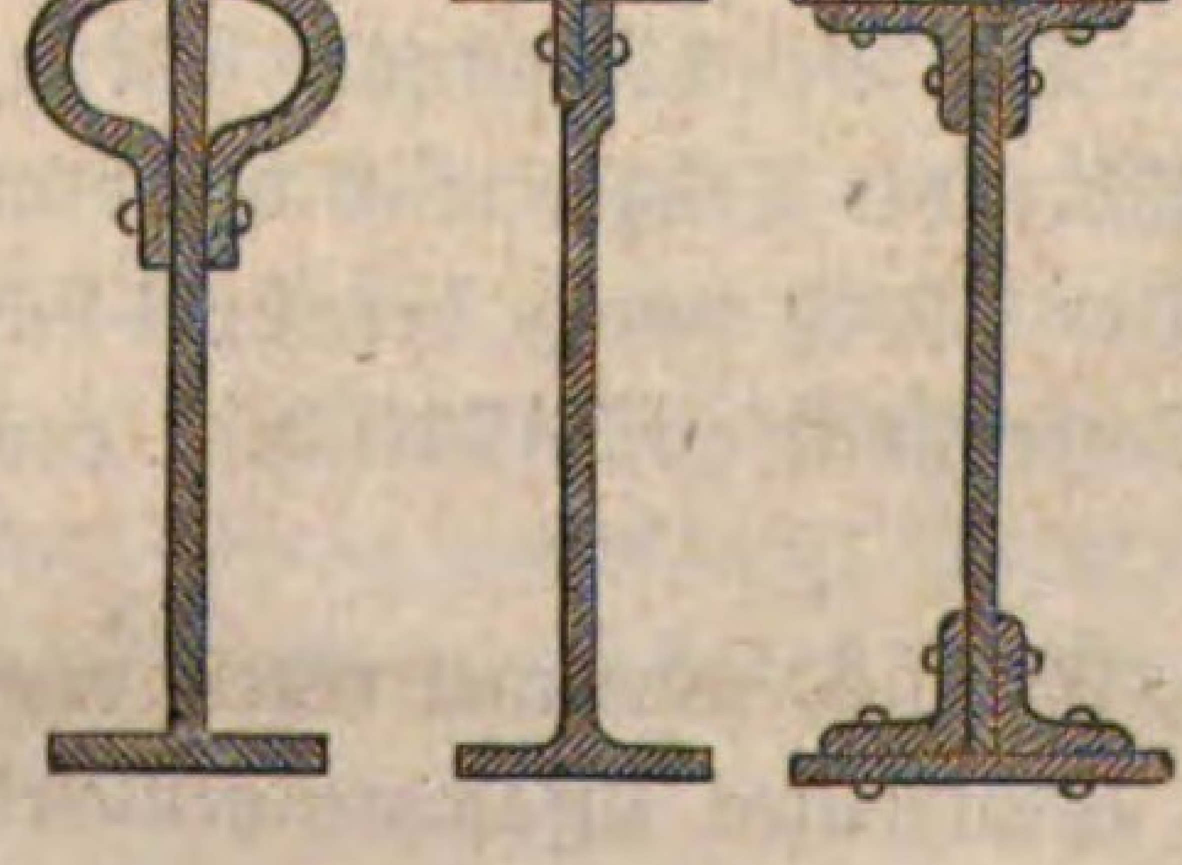


lieferte folgendes Resultat. Länge 91,4 hess. Zoll; freie Spannweite = 85,3″; Höhe des vertikalen Mittelblechs = 7,1″, Dicke desselben = 0,25″. Bei den Winkeleisen waren die horizontalen Theile derselben = 2,29″ und breiter als die vertikalen Flanschen, welche nur 1,52″ hoch waren. Die mittlere Dicke der oberen Winkeleisen war 0,28″; diejenige der unteren = 0,3″. Bei einem Belastungsgewicht von 19978 Pfd. betrug die Senkung 0,53″, stieg aber nach 5 Minuten auf 0,55″. Bei 22112 Pfd. verdrehten sich die oberen Winkeleisen. Die Bruchbelastung betrug incl. dem halben Eigengewicht der freien Länge = 22176 Pfd. Hiernach ergibt sich für p ein Werth von 42130 Pfd. pro Quadratzoll.

Bei einem anderen Versuch mit ganz ähnlichem aus einem vertikalen Mittelstück und 4 Winkeleisen zusammengesetzten Träger, waren die horizontalen und vertikalen Theile der Winkeleisen gleich groß und es ergab sich, daß dieser Träger 1/8 weniger Belastung zu tragen vermochte. Hiernach erhöht eine Verstärkung der unteren Rippen gegen die oberen die Tragfähigkeit solcher Balken bedeutend.

Bei allen diesen Versuchen stellte sich heraus, daß solche einfache Träger, (sowohl die aus einem Stück gewalzten, als die aus Blech und Winkeleisen zusammengesetzten), sich bei sehr starker Belastung, welche dem Bruch vorausgeht, seitlich ausbiegen, wenn sie nicht durch Querverspannungen daran gehindert werden. Diesem Mißstand kann durch hohle Träger begegnet werden. Fairbairn hält aber den einfachen Träger bis zu 60 Fuß (15 Meter) Spannweite unbedingt für am vortheilhaftesten; unter Umständen noch für größere Spannweiten. Wenn der einfache Träger durch Seitenverspannungen gehindert wird sich seitweits auszubiegen, so besitzt er nahezu dieselbe Tragfähigkeit wie der hohle Träger, er ist aber leichter herzustellen, auch billiger und leichter im Anstrich zu unterhalten. Kleine einfache Träger können aus einem Stück gewalzt werden; entweder wie bei Fig. 57, so daß der Querschnitt gleich

Fig. 61. Fig. 60. Fig. 59.

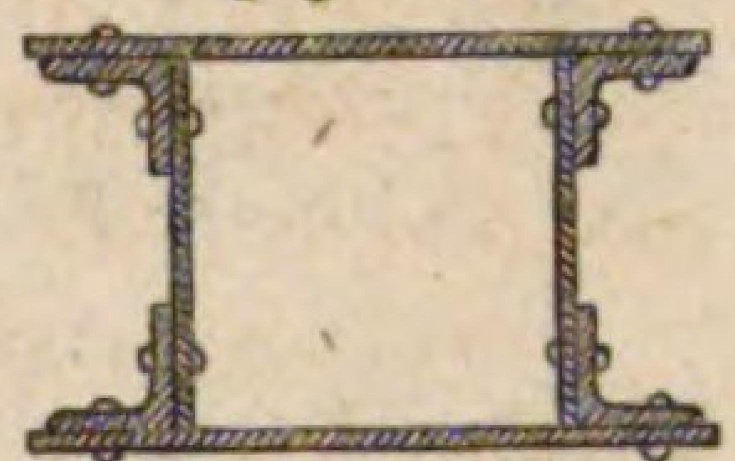


die verlangte Form erhält, oder indem man denselben, wie Fig. 60 zeigt, aus zwei Tförmigen Stücken zusammennietet. Bei der in Fig. 59 dargestellten Form ist der Träger oben und unten mit Gurtschienen versehen, was bei den Versuchsträgern Fig. 58 nicht der Fall war. Der Träger Fig. 61 ist auch einfach; der untere

Theil besteht aus einem T förmigen Eisen; über dasselbe ist oben ein über einen Dorn gerolltes rundes Blech gesteckt und angenietet. — Bei größeren Spannweiten der Träger, wo die Längen der gewalzten Stücke nicht ausreichen, werden dieselben zusammengestoßen und durch darübergelegte Schienen und Bleche gut vernietet.

Hohle schmiedeiserne Träger. Zwei vertikale Blechschienen sind mit einer horizontalen Untergurte und einer Obergurte mittelst Winschienen verbunden. Fig. 62 zeigt den Querschnitt eines solchen Trägers. Fairbairn hat eine Zahl von Zerbrechungs-Versuchen mit solchen Trägern angestellt, welche theils verschiedene Querschnitte und Längen, theils verschiedene Metallstärken in den einzelnen Partien besaßen. Wir wollen einige dieser Versuchsresultate mittheilen.

Fig. 62.



Die Länge des Trägers war 225,5″, die freie Spannweite = 213,4″; der Querschnitt hatte die Quadratform und besaß 9,75 Zoll Breite und Höhe, jedoch ragten oben und unten, wie bei Fig. 62 die Platten fast 2″ an jeder Seite über die Seitenwände hinaus. Die Dicke des oberen Blechs war = 0,075″, die Dicke des unteren Blechs = 0,0743″, die Dicke der Seitenbleche = 0,0743″. Gewicht = 183,2 Pfd. Bruchbelastung = 3477 Pfd. Der Bruch erfolgte durch Zerdrücken der oberen Platte. Einsenkung vor dem Bruch = 0,98″. Hieraus ist p*) berechnet zu 23030 Pfd. pro heſſ. Quadratzoll.

Bei einem anderen Versuch wurde derselbe Träger angewendet, aber die Oberplatte, welche sich zu schwach erwiesen hatte, durch eine dreimal stärkere Platte (0,252″ dick) ersetzt. Die Bruchbelastung incl. dem halben Eigengewicht betrug hier 7669 Pfd. Die stärkste Einbiegung vor dem Bruch war 1,1″. Der Träger trug also noch mehr als noch einmal so viel als früher, woraus ersichtlich ist, daß die Oberplatte stärker genommen werden muß als die untere Gurte. p ist hier = 30510 Pfd. pro heſſ. Quadratzoll.

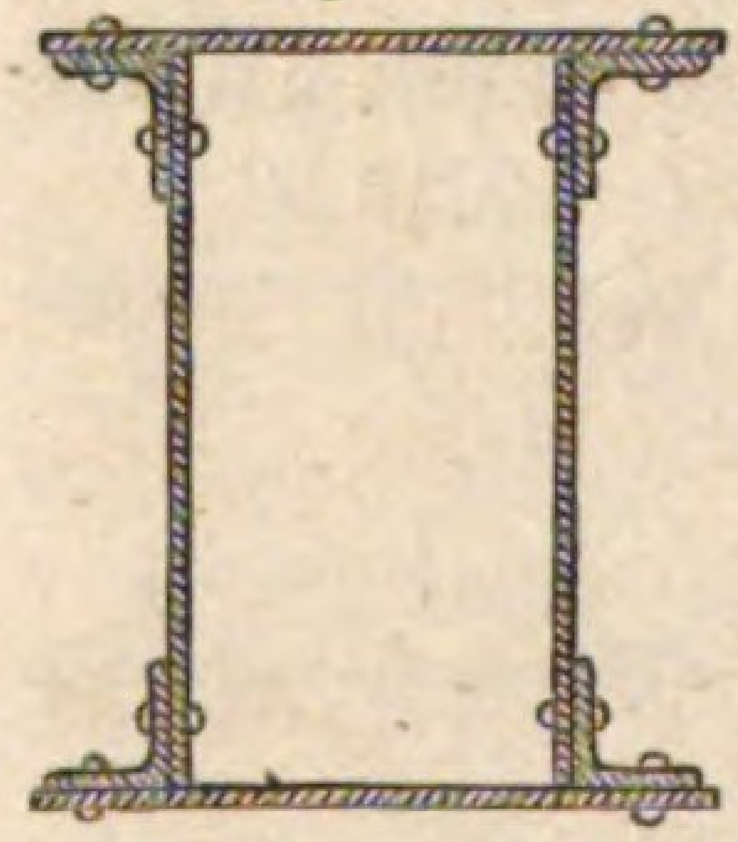
Bei einem Versuche mit einem Träger von ganz gleichen Dimensionen wie der erste, bei dem aber die Untergurte um beinahe das Doppelte verstärkt war, zeigte es sich, daß diese Verstärkung die Tragfähigkeit nur sehr wenig vermehrte; sobald man aber den Träger umkehrte, so daß die starke Platte oben und die schwache unten hin zu liegen kam, ergab er ein

*) Wegen der Bedeutung von p siehe die Bemerkung am Schluß dieser Versuche.

sehr gutes Resultat und erforderte beinahe die doppelte Belastung um ihn zu zerbrechen. p war dann = 34450 Pfd.

Bei einem anderen Versuch war der Querschnitt des Trägers ein Rechteck von 9,4 " Breite und 18,5" Höhe. Die Länge und Spannweite war dieselbe wie oben. Die Dicke der oberen Gurte betrug 0,149 " und die der unteren 0,269 "; die Dicke der Seitenbleche war 0,0594 "; das Gewicht des Trägers = 287,5 Pfd. Bei 6178,5 Pfd. Belastung hob sich die Oberplatte um 18,3" von der Mitte, nachdem die Last eine Minute aufgelegen hatte. Die Bruchbelastung betrug demnach einschließlich des halben Eigengewichts = 6314,5 Pfd. — p = 10826 Pfd.

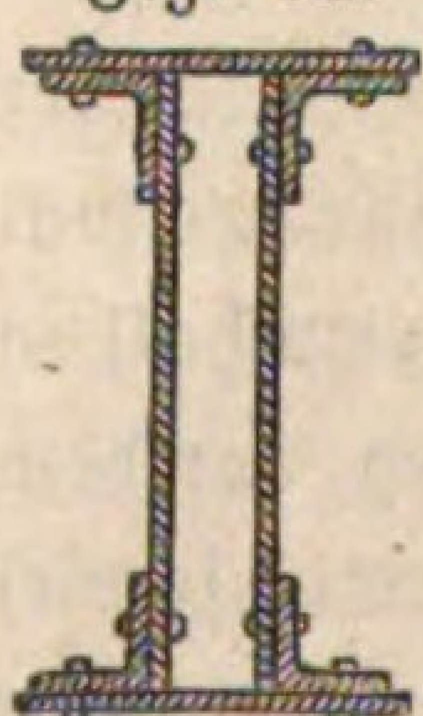
Fig. 63.



Derselbe Träger herumgedreht, so daß die stärkere Gurte, welche bei dem ersten Versuch unten lag, nach oben gekehrt wurde, und nachdem der Schaden reparirt war, trug 11190 Pfd., also beinahe das Doppelte, und p war = 19100 Pfd.

Bei einer anderen Versuchsreihe hatten die Träger als Querschnitt ein Rechteck von 2,28" Breite und 15,24" Höhe; ihre Länge betrug 306" und die freie Spannweite = 292,6". Die Dicke der Seitenbleche betrug 0,131", die der oberen und unteren Platte 0,260". Die Bruchbelastung betrug im Durchschnitt 14500 Pfd. bei einer Senkung von 2,4". p im Durchschnitt = 34500 Pfd.

Fig. 64.



Ein anderer Träger hatte als Querschnitt ein Rechteck von 8,13" Höhe und 1,02" Dicke. Die Länge betrug 146,3 Zoll, die freie Spannweite = 122,9", die Dicke der oberen Gurte = 0,282", die Dicke der unteren Gurte = 0,116, die der Seitenbleche 0,067. Das Gewicht des Trägers war: 113,4 Pfd. Der Versuch ergab folgendes Resultat.

Belastung. Pfd.	Senkung. Zoll.	Bleibende Senkung. Zoll.	Belastung. Pfd.	Senkung. Zoll.	Bleibende Senkung. Zoll.
844	0,06	—	6742	0,47	0,040
1614	0,11	—	7130	0,52	0,050
2385	0,16	—	7504	0,55	0,058
3189	0,21	—	7884	0,59	0,075
3975	0,26	—	8260	0,63	0,097
4729	0,32	—	8657	0,68	0,118
5537	0,37	0,010	9046	0,75	0,150
5935	0,41	0,012	9420	80,8	0,243
6345	0,44	0,035	9820	01,8	0,325

Als 9046 Pfd. aufgelegt wurden drückten sich die Seitenbleche an den Enden, über den Stützpunkten, zusammen; man legte deßhalb dort Holzstücke dazwischen, um sie in ihrer Lage zu erhalten. Bei einer Belastung von 10260 Pfd. incl. dem halben Eigengewicht, bog sich die untere Gurte zusammen, es ist dies also die Bruchbelastung. Hiernach hat hier p einen Werth von 56500 Pfd.

Wenn man denselben Träger umkehrte, so daß die dicke Gurte unten und die schwache oben hin zu liegen kam, so war die Bruchbelastung nur, incl. dem halben Eigengewicht, 6534 Pfd., und $p = 36000$ Pfd.

Ein Versuch mit einem Träger von rechteckigem Querschnitt und gewulsteter Oberplatte, wie Fig. 65 zeigt, ergab folgendes Resultat. Die Länge betrug 239,7″, die freie Spannweite 231,6″; der Querschnitt hatte eine Breite von 7,87″ und Höhe von 15,64″. Die Dicke der oberen Wulstbleche war 0,115″, also die totale Stärke der oberen Gurte $2 \times 0{,}115 = 0{,}23$″. Der Durchmesser der runden Zellen war = 1,68″. Die Dicke der unteren Gurte war 0,18″ und die der Seitenbleche 0,07″. Das Gewicht betrug 453,5 Pfd. Die stärkste Senkung betrug 1,62″. Der Bruch erfolgte unter einer Belastung von 20600 Pfd. durch Abtrennung des Seitenblechs vom oberen Blech. p ist hier = 41900 Pfd.

Fig. 65.



Die aus vorstehenden Versuchen ermittelten Werthe von p stellen keineswegs den Modul für die relative Festigkeit des Schmiedeisens dar; derselbe läßt sich, wegen der zusammengesetzten Formen der Träger, schwer aus diesen Versuchen ermitteln. Die Werthe von p sind vielmehr Erfahrungscoefficienten, welche für Träger von ähnlichen Querschnitten und Metallstärken, wie die untersuchten Träger benutzt werden können, um deren Tragfähigkeit nach der Formel $Q = \frac{a \,.\, d \,.\, p}{l}$ zu berechnen.

Hierbei bezeichnet Q das Bruchgewicht des Trägers, a die ganze Querschnittsfläche der Eisentheile des Trägers, d dessen Höhe und l seine Länge. p bezeichnet den aus der Erfahrung ermittelten Coefficienten.

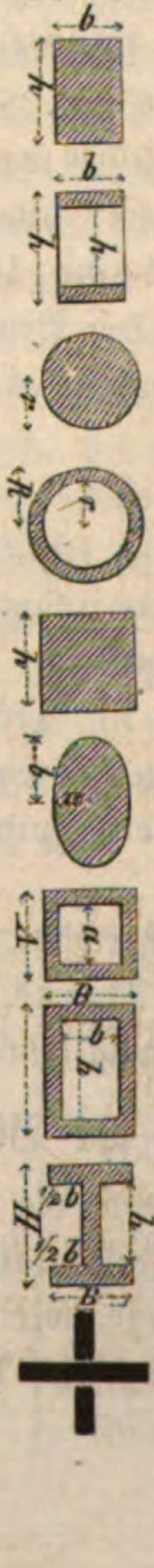
Größe der Biegungen.

Wir geben in Nachstehendem die allgemeinen Formeln für die Berechnung der Biegungen von horizontal gelegten Balken oder Stangen. Bei diesen Formeln ist allerdings, wie dies schon früher bei den Bruchformeln bemerkt wurde, vorausgesetzt, daß die neutrale Axe durch den

Schwerpunkt des Querschnitts geht, daß der Elasticitätsmodulus für das Ausrecken und Zusammendrücken gleich groß ist, und daß keine anderen Widerstände in Betracht kommen, als solche, welche auf Ausreckung oder Zusammendrückung der Fasern wirken. Diese Vorbedingungen treffen beim Eisen nicht zu; es ist aber schwierig, eine richtige Theorie aufzustellen, und wir müssen hier um so mehr davon absehen, uns in verwickeltere theoretische Ausführungen einzulassen, als der Gegenstand noch keineswegs vollkommen abgeschlossen und es unsere Pflicht ist, hier nur die einfachsten, wenn auch nur approximativen Werthe zu geben.

1. Der Balken ist nur an einer Seite befestigt.

Querschnitte der Balken.
Fig. 66.



Wenn die Belastung P an dem einen Ende des Balkens angehängt ist.	Wenn die Belastung über die Länge des Balkens gleichmäßig vertheilt ist.
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,.\,b\,.\,h^3}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,E\,.\,b\,.\,h^3}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,.\,b\,(h^3 - h_1^3)}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,.\,E\,.\,b\,.\,(h^3 - h_1^3)}$
$\delta = \frac{4\,.\,P\,.\,l^3}{3\,\pi\,.\,E\,.\,r^4}$	$\delta = \frac{Q\,l^3}{2\,\pi E\,.\,r^4}$
$\delta = \frac{4\,.\,P\,.\,l^3}{3\,\pi\,.\,E\,(R^4 - r^4)}$	$\delta = \frac{Q\,l^3}{2\,\pi\,.\,E\,(R^4 - r^4)}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,.\,h^4}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,.\,E\,.\,h^4}$
$\delta = \frac{P\,.\,l^3}{2{,}355\,.\,E\,.\,a\,.\,b^3}$	$\delta = \frac{Q\,.\,l^3}{6{,}28\,.\,E\,.\,a\,.\,b^3}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,.\,(A^4 - a^4)}$	$\delta = \frac{3\,Q\,.\,l^3}{2\,E\,.\,(A^4 - a^4)}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,(BH^3 - bh^3)}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,E\,(BH^3 - bh^3)}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,.\,(B\,.\,H^3 - bh^3)}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,E\,(BH^3 - bh^3)}$
$\delta = \frac{4\,P\,.\,l^3}{E\,(.\,BH^3 + bh^3)}$	$\delta = \frac{3\,.\,Q\,.\,l^3}{2\,.\,E\,.\,(BH^3 + bh^3)}$

2. Der Balken oder Träger ruht an beiden Enden frei auf Stützpunkten.

Die Einbiegung beträgt den 16ten Theil der oben angegebenen Werthe.	Obige Werthe sind für die betr. Querschnitte mit 9,6 zu dividiren.

3. Der Balken oder Träger ist an beiden Enden unwandelbar befestigt.

Obige Formeln sind für die betr. Querschnitte mit 64 zu dividiren.	Obige Werthe sind für die betr. Querschnitte mit 48 zu dividiren.

In obigen Formeln bedeutet δ daß Maß der Senkung des Balkens, in Zollen ausgedrückt. P ist das an dem einen Ende oder auch in der Mitte angehängte Gewicht, oder die dort wirkende Kraft, in Pfunden ausgedrückt. Q bezeichnet in ähnlicher Weise ein Gewicht, das über den ganzen Balken gleichmäßig verbreitet ist. l ist die freie Länge des Balkens oder Trägers und E bezeichnet den Elasticitäts-Modulus.

Der Träger senkt sich durch sein eigenes Gewicht um $^3/_8$ derjenigen Senkung, welche er annehmen würde, wenn man sich denselben auf seiner ganzen Länge gewichtlos, an einem Ende eingespannt und am anderen Ende durch sein Eigengewicht belastet, denkt.

Träger von gleicher Widerstandsfähigkeit gegen Bruch.

Bei einem Träger, welcher überall denselben Querschnitt hat und der an dem einen Ende eingemauert oder befestigt ist, erfolgt der Bruch bei hinreichender Belastung an der Befestigungsstelle. Will man daher einen solchen Träger haben, der überall gleiche Festigkeit bietet, so muß derselbe von dem Aufhängepunkt der Last nach dem Befestigungspunkt hin in seinem Querschnitt verstärkt werden. Da sich die Festigkeiten zweier Stangen bei gleicher Breite wie die Quadrate der Höhen und bei gleicher Höhe direkt wie die Breiten verhalten, so läßt sich hier auch die Form eines Trägers von gleicher Widerstandsfähigkeit bestimmen. Es ergibt sich, daß wenn der Träger überall gleiche Höhe haben soll, er im Grundriß die Form eines gleichschenklichen Dreiecks erhalten muß, dessen Scheitel im Punkt liegt, wo die Last angehängt wird. Soll dagegen der Träger überall gleiche Breite erhalten, so müssen seine Höhen so bemessen werden, daß sie Parabeln bilden.

Bezeichnen wir mit P die Last, welche der Träger — Fig. 67 — am einen Ende tragen soll; mit b seine gleichmäßige Breite, mit l die Länge, mit k den Festigkeitscoefficienten und mit h die Höhe des Trägers an seiner Befestigungsstelle, so haben wir für die Höhe y an irgend einer Stelle, im Abstand x vom Endpunkt, die Gleichung:

$$y = \sqrt{\frac{6\,P.}{b\,k}\,x} \text{ und } h = \sqrt{\frac{6\,P}{b\,k}\,l}.$$

Eine geradlinige Näherungsform für solchen Träger erhält man, wenn man die Stärke h berechnet, dem Träger an dem Ende die Hälfte dieser Höhe gibt, und die untere Fläche gerade macht.

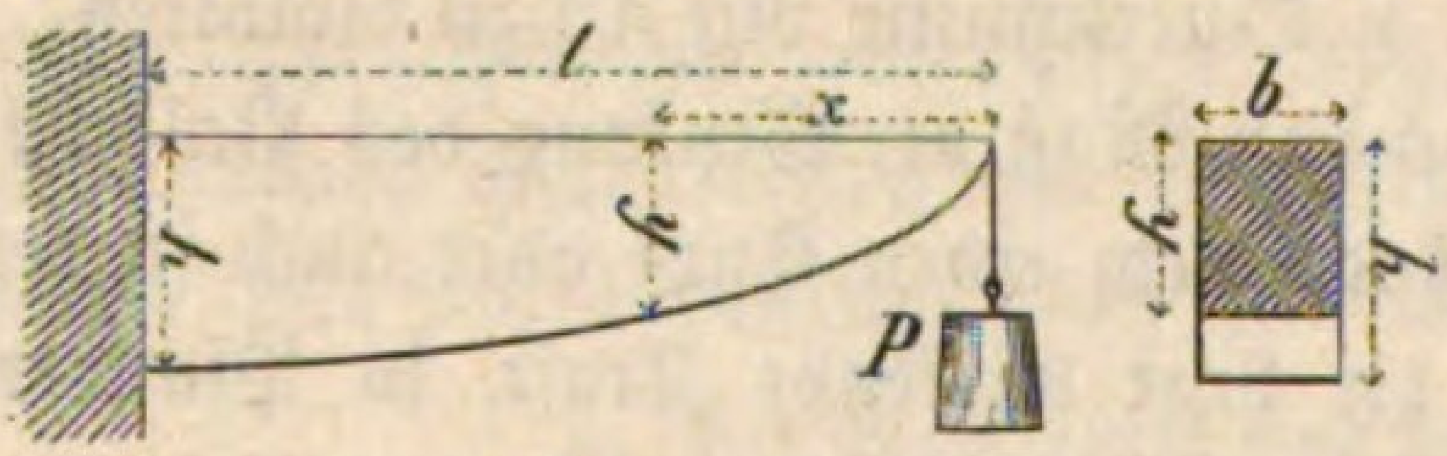


Fig. 67.



Fig. 68.

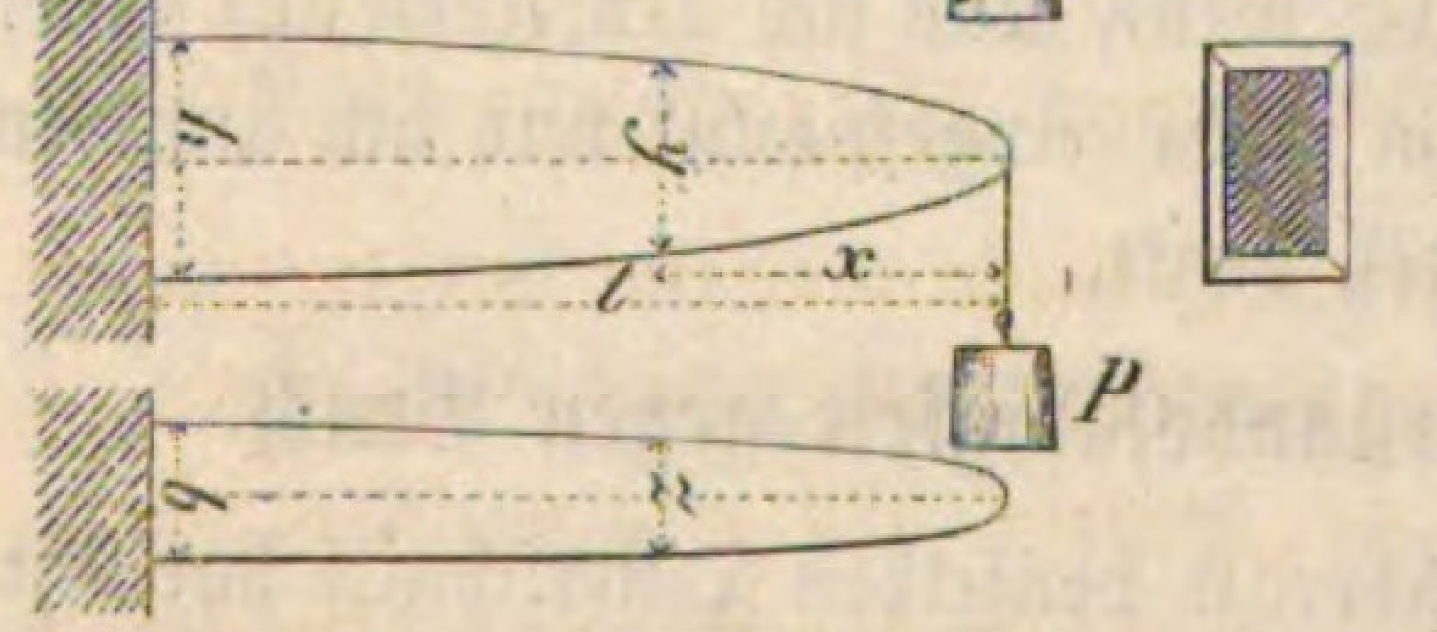


Fig. 69.

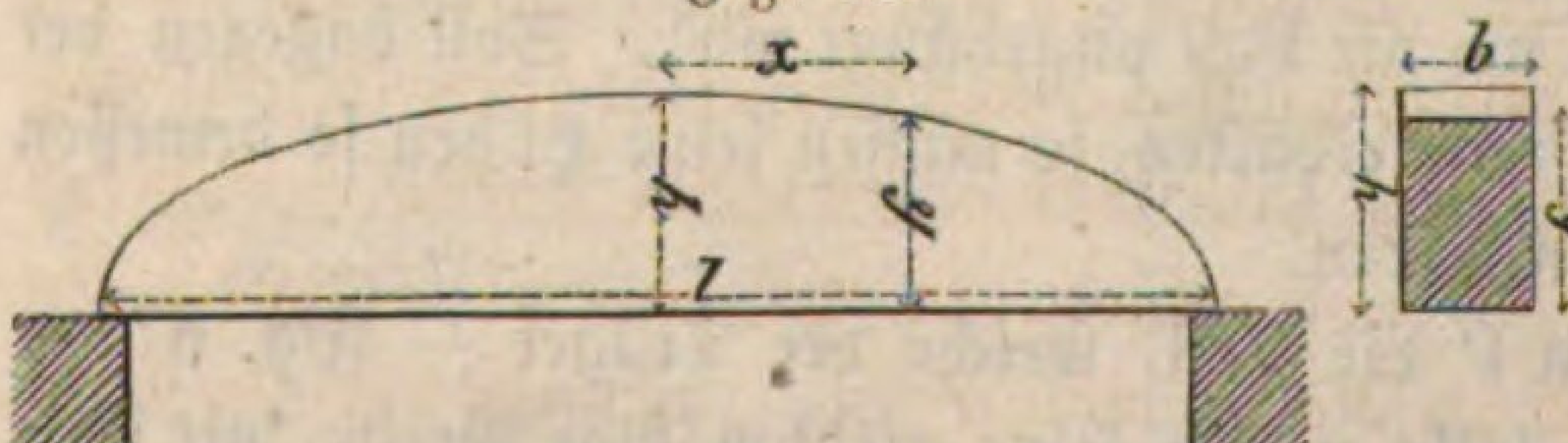
Soll der Träger wie in Fig. 68, eine symmetrische Form im Aufriß erhalten, so werden die Höhen h und y ganz so wie oben berechnet, aber von der Mittellinie, h y halb nach oben und halb nach unten aufgetragen.

Wenn die Querschnitte des Trägers Rechtecke von ähnlicher Form sein sollen, so daß das Verhältniß der Höhe zur Breite überall dasselbe ist, wie Fig. 69 zeigt, so haben wir, wenn durch m das gegebene Verhältniß der Breite z zur Höhe y ausgedrückt wird.

$$y = \sqrt[3]{\frac{6\,P}{m\,k}\,x}; \quad z = \sqrt[3]{\frac{6\,m^2\,P\,.\,x}{k}}$$

Eine Näherungsform erhält man für diesen Balken, wenn man demselben im Grundriß und Aufriß die Form eines Paralleltrapezes und am freien Ende nur $^2/_3$ der Breite und Höhe gibt, die er am befestigten Ende erhält.

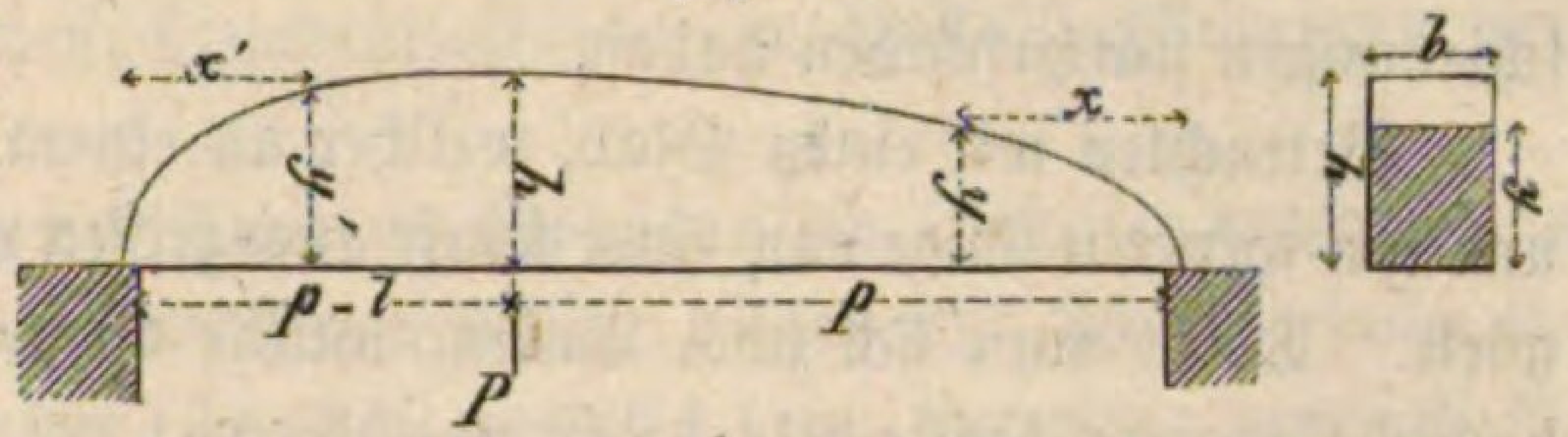
Fig. 70.



Ruht der Träger an seinen Enden auf zwei Stützen, (Fig. 70) und die Last ist gleichförmig über denselben vertheilt, die Breite b überall dieselbe, und die untere Fläche gerade, so muß die obere Begrenzung nach einer Ellipse gekrümmt sein, deren halbe Achse $h = \sqrt{\frac{3\,Q\,l}{4\,k\,.\,b}}$ ist.

Ruht der Träger an seinen Enden auf Stützen, hat überall die gleiche Breite b u. die Last P wird an irgend einem Punkt C angehängt (Fig. 71), so bilden die oberen Krümmungen zwei Parabeln. Für die Berechnung der Höhen h, so wie y und y′ an den beliebigen Punkten x x′ bedient man sich der Formeln:

Fig. 71.



$$h = \sqrt{\frac{6\,P\,(l-p)\,p}{bk\,.\,l}}.\qquad y = \sqrt{\frac{6\,P\,(l-p)}{bk\,.\,l}}\;x.$$

$$y.' = \sqrt{\frac{6\,P\,.\,p}{bk\,.\,l}}\;x'.$$

Widerstand des Eisens gegen Abdrücken.

Wird eine Eisenstange von zwei an Hebelsarmen und entgegengesetzt wirkenden Kräften an verschiedenen Stellen angegriffen, so werden die anfänglich parallelen Querschnitte verschoben. Es erfolgt hierbei eine Formveränderung des Stabs und endlich dessen Zerstörung. Ein Aehnliches hat statt, wenn ein cylindrischer oder prismatischer Stab an seinem einen Ende fest eingespannt, am anderen Ende dagegen durch eine an einem Hebelsarm wirkende Kraft verdreht wird. Auch hier erfolgt endlich der Bruch, indem die schraubenförmig gewundenen Fasern zunächst an der Oberfläche zerreißen. Den Widerstand, welchen das Material solcher Formveränderung durch Verdrehen entgegensetzt, nennen wir seine Torsions=Festigkeit.

Man betrachtet den Stab als aus lauter unendlich dünnen Schichten zusammengesetzt, welche durch die auf Verdrehung wirkende Kraft gezwungen werden, sich neben einander zu verschieben, ohne daß sich die gegenseitige Lage der Massentheilchen einer jeden einzelnen Schicht verändert. Denken wir uns nun zwei solcher Schichten, welche einen Zoll von einander entfernt liegen, und nehmen an, daß die eine Schicht gegen die andere um einen Zoll verschoben worden sei, so nennen wir die Kraft (in Pfunden ausgedrückt), welche solche Verschiebung bewerkstelligt, den Elasticitäts=Modulus der Torsion oder den Torsions=Modulus. Da die Verschiebung der einen Schicht gegen die andere der Größe der Kraft proportional ist, so läßt sich der Torsions=Modulus

aus Versuchen berechnen, bei welchen nur verhältnißmäßig kleinere Verschiebungen stattgefunden haben.

Betrachten wir einen Stab, welcher an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende von einer Kraft angegriffen wird, die auf Verdrehen wirkt. Denkt man sich zwei Linien, welche durch die Mittelpunkte der beiden Endquerschnitte gelegt sind und die vor der Verdrehung parallel waren, so werden dieselben nach der Verdrehung einen Winkel einschließen, welchen man den Torsionswinkel nennt. Bezeichnet man mit R die Länge des Hebelarms und mit P die darauf senkrecht wirkende Kraft, welche an dem einen Stabende auf Verdrehung wirkt, so ist P . R das statische Moment. Der Torsionswinkel, welcher die Größe der Verdrehung ausdrückt, ist dem statischen Momente P . R proportional, ebenso der Länge des Stabs, aber umgekehrt der vierten Potenz seines Durchmessers. Für die Größe des Torsionswinkels hat man den Ausdruck: $\alpha = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{P . R}{T} \cdot \frac{l}{E}$. In dieser Gleichung ist π die bekannte Zahl 3,1415. P . R ist das Moment der auf Verdrehen wirkenden Kraft, l ist die Länge des Stabs, E der Elasticitätsmodulus der Torsion und T ein von der Form des Querschnitts abhängiger Werth (das Torsions-Moment). Der Werth von T beträgt:

für den Kreis: $T = \frac{1}{32} \pi d^4$, wo d den Durchmesser bezeichnet,
für den Quadrat: $T = \frac{1}{6} h^4$, wo h die Seite des Quadrats darstellt;
für das Rechteck: $T = \frac{1}{12} . b . h (h^2 - b^2)$, wo b die Breite und h die Höhe des Querschnitt-Rechtecks bezeichnet;
für die Ringfläche (Röhre): $T = \frac{1}{32} \pi (D^4 - d^4)$, wo D den äußeren und d den inneren Durchmesser bezeichnet.

Der Werth des Torsions-Modulus ist nach Cauchy $= \frac{2}{5}$ von dem des Elasticitäts-Modulus, und zwar bei jedem Material. (Für Schmied- und Gußeisen stimmt aber der Werth von $\frac{1}{3}$ des Ausreckungs-Modulus besser). Kennt man also den Elasticitätsmodul, so ist der Torsionsmodul leicht abzuleiten. Es liegen übrigens auch direkte Versuche zur Bestimmung des Werthes für den Torsions-Modulus für Schmiedeisen und Gußeisen vor. Versuche mit Schmiedeisen sind von Dulcau mit Stangen von kreisrundem und vierkantigem Querschnitt angestellt worden. Dieselben ergaben unter einander sehr abweichende Werthe. Für Rundeisen, das einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{3}$ Zoll besaß, fand man im Mittel für den Torsions-Modulus circa 8500000 Pfd. pro 1 hess. Quadratzoll, oder = 680000 Kilogr. pro Quadratcentimeter. Für Quadrateisen, von circa

0,8—1,3" Stärke, ergab sich dagegen der Torsions-Modulus zu circa 6000000 Pfd. pr. 1 hess. Quadratzoll oder zu 480000 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Ueber den Werth des Torsions-Modulus für Gußeisen wurden von dem Mühlhäuser Gewerbeverein Versuche angestellt. Die Versuche ergaben, daß das Gußeisen, ähnlich wie dies beim Zerreißen der Fall ist, bis beinahe vor dem Bruch noch ziemlich elastisch bleibt, wenn es auf Torsion in Anspruch genommen wird, und daß deßhalb auch hier der Bruch plötzlich erfolgt. Der Torsions-Modulus für Gußeisen ergab sich durchschnittlich zu 3200000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, oder zu 256000 Kilogr. pro Quadratcentimeter.

Bruch durch Torsion. Wird die Torsion eines Körpers über die Grenzen seiner Festigkeit hinausgetrieben, so wird der Bruch zuerst an den Schichten seines Querschnitts erfolgen, welche der Oberfläche am nächsten liegen, weil die dort liegenden Moleküle am weitesten aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben werden. Bezeichnen wir mit S die Kraft (in Pfunden ausgedrückt), welche erfordert wird, um zwei Schichten des Körpers von einem Quadratzoll Querschnitt so weit zu verschieben, daß der Bruch erfolgt (oder die Spannung, welche die äußerste Faserschicht pro Quadratzoll erleidet, wenn eine Zerstörung des Körpers durch Torsion stattfindet), so haben wir:

1) Für das Bruchmoment eines kreisförmigen Querschnitts:

$$P \,.\, R = \frac{\pi}{16} \,.\, S \,.\, d^3 = 0{,}196\, S \,.\, d^3.$$

2) Für das Bruchmoment eines quadratischen Querschnitts, dessen Seite $= h$ ist:

$$P \,.\, R = \frac{S \,.\, h^3}{3\sqrt{2}} = 0{,}235\, S \,.\, h^3.$$

3) Für das Bruchmoment eines rechteckigen Querschnitts von der Breite b und Höhe h:

$$P \,.\, R = {}^1/_6\, S\, b \,.\, h \sqrt{b^2 + h^2}.$$

4) Für einen ringförmigen Querschnitt, dessen innerer Durchmesser d und äußerer Durchmesser D ist:

$$P \,.\, R = \frac{\pi}{16} \,.\, S \,.\, \frac{D^4 - d^4}{D} = 0{,}196 \,.\, S \,.\, \frac{D^4 - d^4}{D}.$$

Der Werth von S, die Torsionsfestigkeit, muß durch Versuche bestimmt werden. Nach Cauchy ist dieser Werth, welchen man den Brechungscoefficienten für die Torsion nennen kann, $^4/_5$ des Brechungs-

coefficienten, wenn die relative Festigkeit in Anspruch genommen wird. Nach Versuchen des Gewerbe-Vereins in Mühlhausen, angestellt mit schottischem grauem, weichem Gußeißen und mit verschiedenen französischen Eisensorten, war die Torsionsfestigkeit S zwischen 21700 und 30000 Zollpfund pro 1 hess. Quadratzoll, oder im Mittel aus vielen Versuchen 26800 Pfund.

Nach **Bernouilli's** Angaben hat dagegen S einen Werth: für Gußeisen = 37500 bis 43750 Pfd. pro hess. Quadratzoll; oder 3000 bis 3500 Kilogramm pro Quadratcentimeter; für Schmiedeisen = 56250 bis 62500 Pfd. pro hess. Quadratzoll; oder 4500 bis 5000 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Die Versuche des Mühlhäuser Gewerbe-Vereins waren mit starken Stücken angestellt worden. Andere Versuche von **Carillion** in Paris, mit schwachen Gußeisenstücken angestellt, ergaben 32000 Pfd. Man wird deßhalb für Gußeisen die Torsionsfestigkeit nicht höher als zu 30000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, oder zu 2400 Kilogramm pro Quadratcentimeter annehmen dürfen. Nach verschiedenen Angaben über die Bestimmung der Stärken von Transmissionswellen wird gewöhnlich die 30—40-fache Sicherheit gefordert; d. h. man nimmt nur den dreißigsten bis vierzigsten Theil der angegebenen Coefficienten in Rechnung, um sicher zu sein, daß die Wellen für alle Fälle nicht verdreht werden und unter der einwirkenden Belastung nicht leiden.

Nach Anderen genügt für Constructionen und Wellen eine 6—8-fache Sicherheit für alle Metalle, welche auf ihre Bruchfestigkeit durch Torsion in Anspruch genommen werden. — Man sieht, wie schwankend die Annahmen und Angaben in dieser Beziehung noch sind. Es kommt hierbei allerdings auch darauf an, welche Kraft und wie sie auf Torsion wirkt. So z. B. wird bei Wellen, welche durch Menschen und Thiere bewegt werden, eine geringere Sicherheit erfordert, als wenn sie durch Elementarkräfte bewegt werden, und in den Fällen, wo bedeutende Massen in raschen Umdrehungen schwingen, wird eine noch größere Sicherheit verlangt.

Widerstand des Eisens gegen Abschneiden, Abdrücken oder Abscheeren.

Man versteht hierunter den Widerstand, der sich äußert, wenn ein Theil des Körpers festgehalten und der unmittelbar anliegende Theil durch eine Kraft verschoben wird. Bei Bauconstructionen wird diese Art von Festigkeit des Eisens oft in Anspruch genommen. So z. B. gehört

hierher der Widerstand, welchen eine Niete in einem Blech- oder Gitterträger leisten muß, um dem Verschieben der vernieteten Blech- oder Eisenstangen zu widerstehen. Vermag die Niete der Einwirkung der Kräfte, welche auf ein Verschieben der durch dieselbe verbundenen Theile wirken, nicht zu widerstehen, so wird sie durchschnitten. Aehnliches hat bei Kettenbrücken statt, wo die Bolzen, welche die Kettenstangen an den Gelenkstellen verbinden, in Bezug auf Abscheerungs- oder Abschneidungsfestigkeit in Anspruch genommen werden. Auch bei vielen Werkzeugsmaschinen, als Loch-Schneidemaschinen u. s. w. kommt dieser Widerstand des zu bearbeitenden Eisens in Betracht.

Von Goin u. Comp. in Paris wurden bei Gelegenheit der Erbauung der Brücke von Clichy Versuche über die Abscheerungsfestigkeit des Schmiedeisens angestellt. Es wurden Bolzen von gutem Schmiedeisen von 0,8—1,6 Centimeter Durchmesser (0,32—0,64") gefertigt und zwischen zwei gehärtete Stahlstücke, von welchen das eine gabelförmig war und das andere genau umfaßte, gesteckt. Die Bolzenlöcher waren genau gebohrt und inwendig polirt. Man zog nun die Stahlstücke durch Gewichte auseinander bis die schmiedeisernen Bolzen durchschnitten wurden. Das Bruchgewicht betrug im Mittel für 1 hess. Quadratzoll Bolzenfläche = 39860 Zollpfund, oder 3189 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Wenn man dagegen die Bolzen heiß einsetzte und an beiden Seiten mit Nietköpfen versah, so war der Widerstand größer; er betrug im Mittel 3255 Kilogrammes pro Quadratcentimeter, oder 40700 Pfd. pro hess. Zoll. Es rührt dies daher, daß durch die dicht anschließenden Nietköpfe ein Widerstand durch Reibung erzeugt wird, der beim Abscheeren der Bolzen mit überwunden werden muß.

Nach anderen Versuchen, welche Morin mittheilt, ist es ein Unterschied ob bei der Abscheerung durch einfachen Zug eine Schnittfläche, oder ob deren zwei entstehen; so daß z. B. bei einem Bolzen nur an einer Seite, oder an beiden Seiten ein Stück abgeschoben wird. Die Versuche ergaben für die Abscheerungsfestigkeit bei einfachem Zug 50300 Pfd. pro hess. Quadratzoll; dagegen war die Festigkeit bei doppeltem Zug nur 43050 Pfd. pro. hess. Quadratzoll.

Von John Jones liegen zahlreiche Versuche über die Schnittfestigkeit, welche beim Lochen von Kesselblechen ꝛc. zu überwinden ist, vor. Aus den Versuchen scheint hervorzugehen, daß die Schnittfestigkeit ziemlich proportional der Schnittfläche ist; sie beträgt im Mittel pro hess. Quadratzoll circa 52600 Pfd. oder 4208 Kilogramm pro

Quadratcentimeter. Es ist also die Festigkeit der Bleche gegen Durchschneiden größer als die der Bolzen gegen Abscheeren, was wohl daher kommt, daß beim Ausdrücken der Löcher aus den Blechen das ausgestoßene Stück zusammengedrückt und hierzu ein Theil der Kraft absorbirt wird. — Nach anderen in England gemachten Versuchen brauchte es zum Durchpressen größerer kreisrunder Stücke aus Platten von 1½ bis 3½ Zoll Dicke durchschnittlich 3180 Kilogramm pro Quadratcentimeter Durchschnittfläche, oder 39750 Pfd. pro hess. Quadratzoll. Im Mittel dürfte deßhalb wohl die Abscheerungs- und Durchschneidungsfestigkeit zu 40000 Pfd. pro hess. Quadratzoll, oder zu 3200 Kilogramm pro Quadratcentimeter anzunehmen sein.

Rückblick.

	pro hess. □″ in Pfdn.	pro □-Centimeter in Kilogramm.
1. Elasticitätsgrenze.		
a. Schmiedeisen:	20000	1600
b. Gußeisen:	7400	592
2. Elasticitäts-Modulus.		
a. Schmiedeisen:	24500000	1960000
b. Gußeisen:	10400000	832000
3. Absolute Festigkeit.		
a. Schmiedeisen:	50000	4000
b. Gußeisen:	15000	1200
4. Rückwirkende Festigkeit.		
a. Schmiedeisen:	31000	2480
b. Gußeisen:	93000	7440
5. Relative Festigkeit.		
Gußeisen:	32000	2560
6. Elasticitäts-Modulus der Torsion.		
a. Schmiedeisen:	6000000	480000
b. Gußeisen:	3200000	256000
7. Brechungs-Coefficient für die Torsion.		
Gußeisen:	30000	2400
8. Abscheerungsfestigkeit.		
Schmiedeisen:	40000	3200

Zweiter Abschnitt.

Von den Werkzeugmaschinen.

Die Handwerkzeuge, welche in größeren und kleineren Schlosser- und mechanischen Werkstätten im Gebrauch sind, haben wir im zweiten Abschnitt des ersten Theils unseres Bauschlossers beschrieben. Werkzeugmaschinen, zum Ersatz der Handarbeit, oder zur Unterstützung derselben, finden mehr und mehr eine ausgedehnte Anwendung und auch Eingang in die kleineren Werkstätten. Erst seit der Benutzung solcher Maschinen und der Verbesserungen in der Eisengießerei, ist man im Stande, größere Bauwerke in Eisen rasch und verhältnißmäßig billig herzustellen. Hierdurch hat die Anwendung des Eisens im Baufach während der letzten Jahrzehnte außerordentlich zugenommen. Wir erinnern daran, mit welcher Schnelligkeit jetzt die großartigsten eisernen Brücken hergestellt, wie eiserne Gebäude, z. B. die riesigen Industrieausstellungsgebäude in London, München und Paris in kurzer Zeit errichtet wurden, u. s. w. Solche Bauten können allerdings nur von größeren Etablissements, welche neben den erforderlichen mechanischen Hülfsmitteln auch über eine große Zahl tüchtiger Arbeitskräfte verfügen, übernommen werden. Aber auch bei kleineren Bauten findet das Eisen immer mehr und mehr Anwendung, und manche gute und schöne Arbeit der Art ist bereits aus unseren gewöhnlichen Schlosserwerkstätten hervorgegangen.

Die Wichtigkeit der Werkzeugmaschinen und ihre zunehmende Verbreitung machten es nothwendig, denselben hier einen besonderen Abschnitt zu widmen. Es kommt uns hierbei zunächst darauf an, die Principien und die allgemeinen Einrichtungen dieser Maschinen zu erläutern.

Ventilatoren, Flügelrad- oder Centrifugalgebläse.

Wir haben im ersten Theile des Bauschlossers, bei Besprechung der Schmiedefeuer, bereits bemerkt, daß in größeren Werkstätten, wo mehrere

Schmiedefeuer gleichzeitig im Gang sind und eine mechanische Kraft zur Verfügung steht, anstatt der Blasbälge häufig Ventilatoren angewendet werden.

Der Ventilator besteht aus einer Welle mit geraden oder gekrümmten Flügeln, die in einem Gehäuse eingeschlossen sind und mittelst einer Riemenscheibe in sehr rasche Umdrehungen versetzt werden können. Das Gehäuse besitzt in der Mitte, wo die Achse durchgeht, beiderseits Oeffnungen, durch welche die äußere atmosphärische Luft in das Gehäuse und zwischen die Flügel eindringen kann; ferner hat es eine tangential am Umfang angebrachte Ausflußöffnung, durch welche die Luft aus dem Gehäuse in die Windleitung und von hier den einzelnen Schmiedefeuern zugeführt wird. Die Wirksamkeit des Ventilators besteht nun darin, daß bei sehr rascher Umdrehung der Flügel die zwischen den Flügeln befindliche Luft von der Mitte nach dem Mantel des Gehäuses, in Folge der Centrifugalkraft, geschleudert und dort etwas verdichtet wird. Hierdurch hat in der Gegend der Achse eine Luftverdünnung statt, weßhalb hier die äußere Luft angesogen wird und durch die dort angebrachten Oeffnungen im Gehäuse lebhaft eindringt. Die nach dem Mantel des Gehäuses geworfene comprimirte Luft wird durch die Flügel nach der Ausflußöffnung gedrückt und strömt dort aus.

In Fig. 72 u. 73 ist ein Ventilator in 1/20 der natürlichen Größe dargestellt. Fig. 72 zeigt eine Ansicht desselben, nach Abnahme einer

Fig. 72.

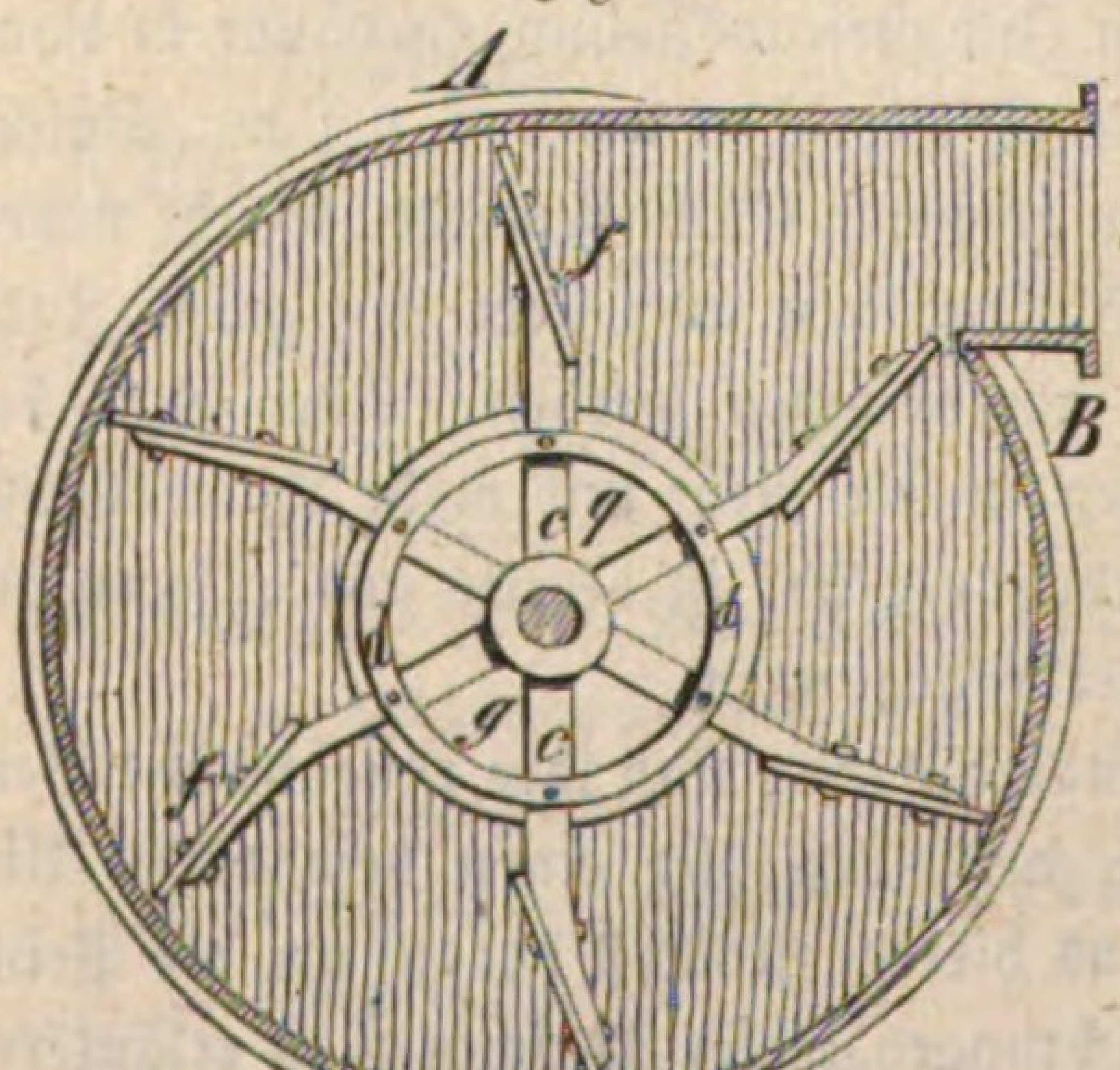
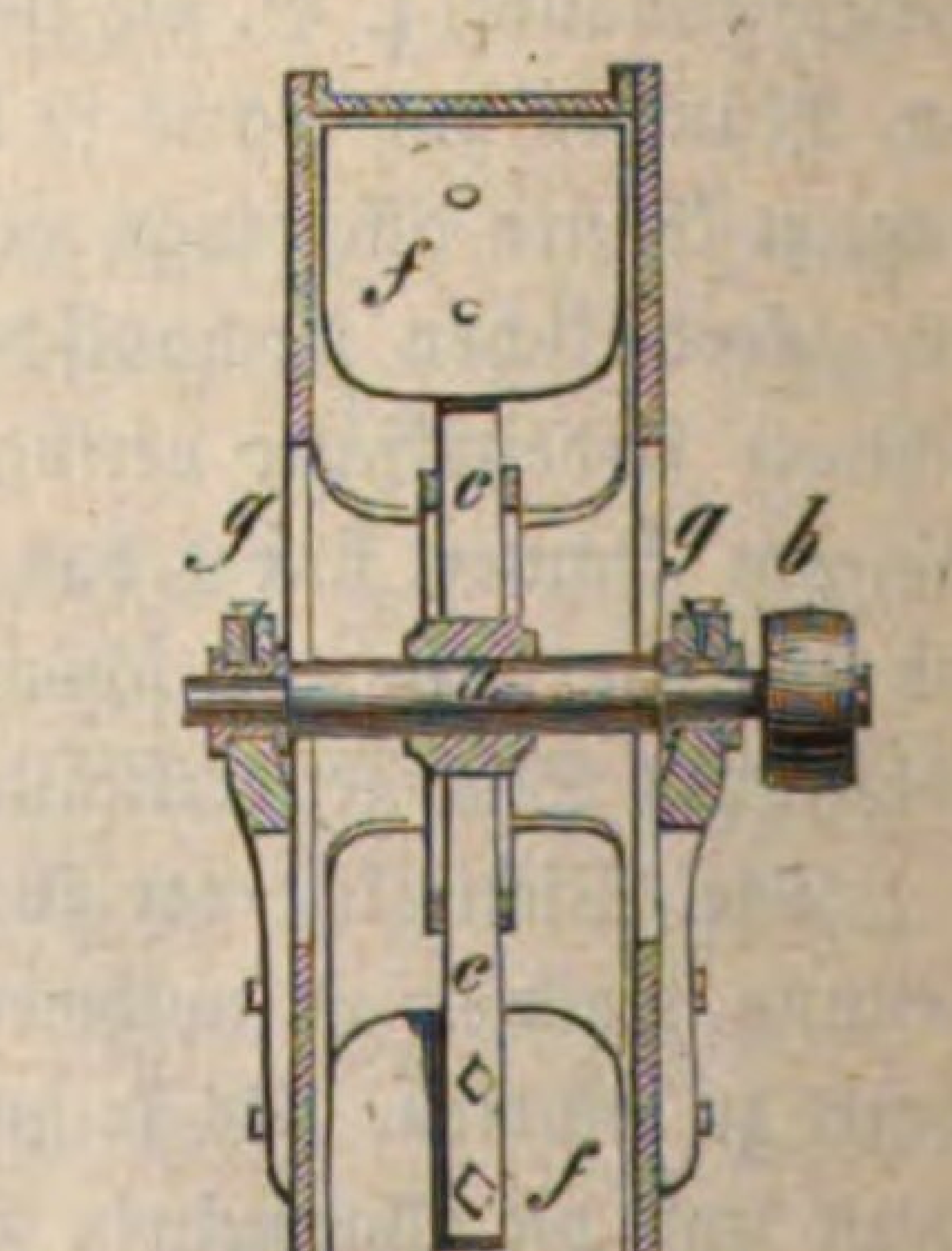


Fig. 73.



Gehäuseseite; Fig. 73 ist ein Vertikaldurchschnitt. a ist die Welle, welche in Lagern ruht, die an den Seitenwänden befestigt sind. Durch die Rie-

menscheibe b wird die Welle in Umdrehungen versetzt. c sind die Flügelarme, welche hier durch beiderseits aufgelegte und angeschraubte Ringe d fest mit einander verbunden werden. Die gegen die Arme c etwas geneigt gestellten Flügelscheiben f sind an erstere aufgeschraubt. Der Mantel umschließt den Flügelapparat möglichst dicht; g g sind die im Gehäuse befindlichen Oeffnungen, durch welche die Luft eindringt; h ist die Ausflußöffnung.

Welle und Flügelarme werden stets von Schmiedeisen gemacht. Die Flügelscheiben bestehen aus Eisenblech, zuweilen auch aus Holz. Der Mantel wird gewöhnlich aus Eisenblech hergestellt.

Die Theorie der Ventilatoren ist noch keineswegs abgeschlossen; es fehlt noch an hinreichenden Versuchen, die einer alle Verhältnisse berücksichtigenden Theorie zur Grundlage dienen können. Es wäre für die Wissenschaft und Praxis eine verdienstliche Aufgabe, alle die hier in Betracht kommenden verschiedenen Fragen durch direkte, wissenschaftlich angelegte Versuche zu lösen; unmöglich ist die Sache nicht. Die bis jetzt angewandte Theorie zur Berechnung der Nutzleistungen von Ventilatoren stimmt mit den Erfahrungen sehr schlecht; man erhält in der Wirklichkeit 20% bis höchstens 35% von dem theoretisch berechneten Effekt. Ob und welchen Einfluß gekrümmte Flügel gegen gerade Flügelscheiben äußern, und welches die beste Form ist, wurde mit Sicherheit noch nicht festgestellt.

Man hat den Ventilatoren verschiedene Construktionen gegeben. Vielfach setzt man — wie bei dem unten beschriebenen Muster geschehen ist — die Flügelradwelle nicht in die Mitte des Gehäuses, sondern wählt eine etwas excentrische Stellung. Die Stellung wird so gewählt, daß die Flügel nach der Austrittsöffnung der Luft zu, von dem Gehäusemantel mehr und mehr abstehen; dagegen müssen sie an der Stelle k (Siehe Fig. 75) stets möglichst anschließen. Hierdurch soll die nach dem Mantel geschleuderte Luft der Ausflußöffnung leichter zuströmen können. Man hat den Flügeln gerade, gebrochene und gekrümmte Formen gegeben. Neuerdings macht man sie, der leichtesten Herstellung wegen g e r a d e, und die Erfahrung zeigte, daß zwischen geraden und gekrümmten Flügeln kein sehr bedeutender Unterschied in der Leistungsfähigkeit stattfindet. Die Zahl der Umdrehungen beträgt pro Minute 800—1200. Bei einer geringeren Geschwindigkeit (von 800—900 Umdrehungen) ist der Nutzeffekt verhältnißmäßig viel bedeutender, als bei größeren Geschwindigkeiten. Bei sehr großer Geschwindigkeit erhitzt sich die Welle, trotz guter Schmiere, sehr stark und es kommt vor, daß der Ventilator plötzlich stehen bleibt. Im

Allgemeinen kann man folgende Verhältnisse annehmen. Die Größe einer Flügelfläche soll 6—10 mal so groß sein als der Querschnitt sämmtlicher Ausflußöffnungen in der Windleitung. Der Querschnitt der Windleitung vom Ventilator nach den verschiedenen Ausflußöffnungen der Schmiedefeuer soll wenigstens 4mal so groß sein als der Querschnitt aller Ausflußöffnungen. Die an dem Gehäuse angebrachten Einflußöffnungen für die Luft sollen wenigstens so groß sein als eine Flügelfläche. Die Geschwindigkeit der Flügel proportional. Bei gleichbleibender Geschwindigkeit der Flügel ist die geförderte Luftmenge dem Querschnitt der Ausflußöffnungen proportional.

Wir geben in den Fig. 74, 75 u. 76 noch ein aus „**Karmarsch** und **Heerens** technischem Wörterbuch" entlehntes Centrifugalgebläse, welches in den Werkstätten des Centralbahnhofs zu Hannover im Gang

Fig. 74.

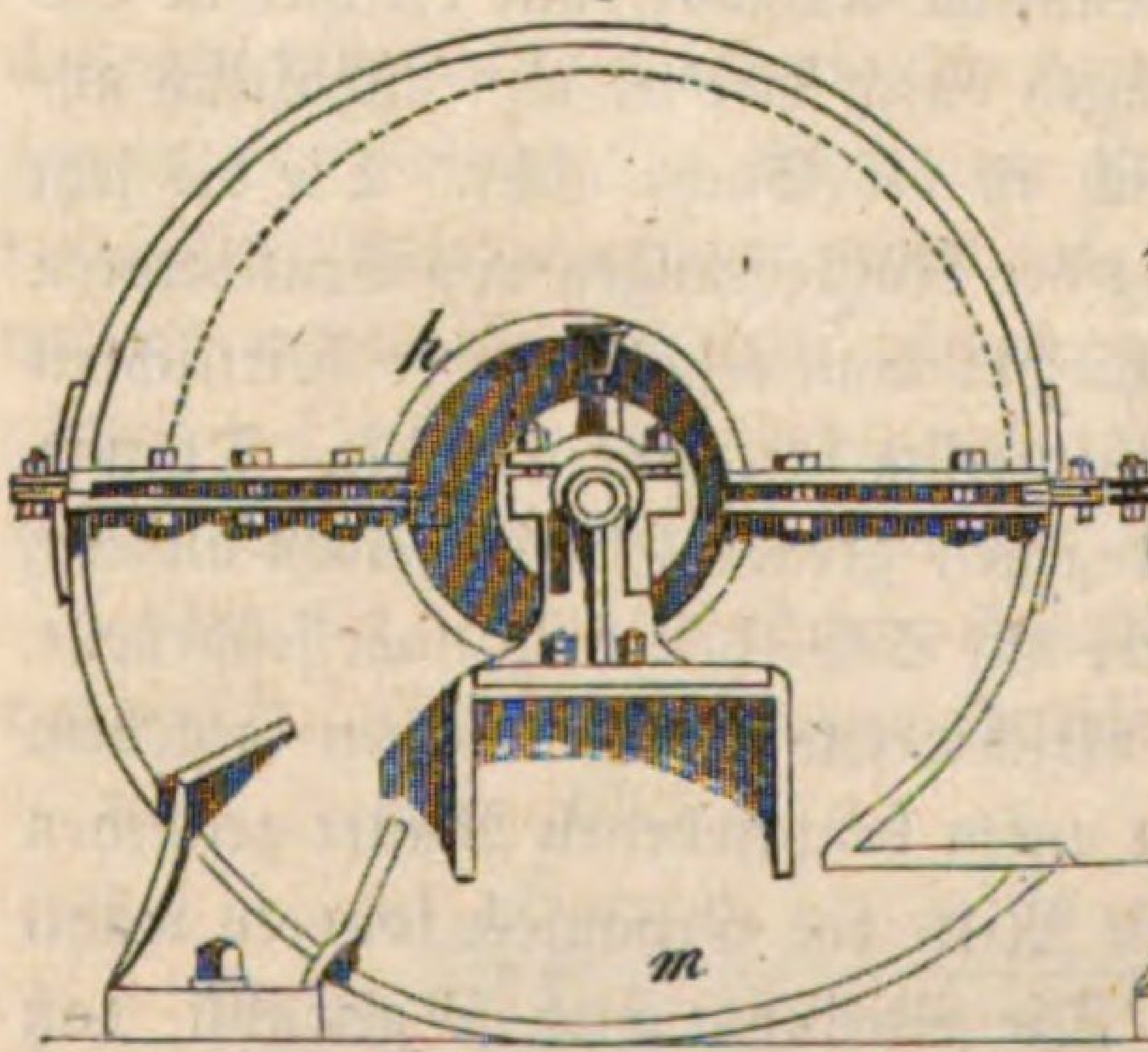
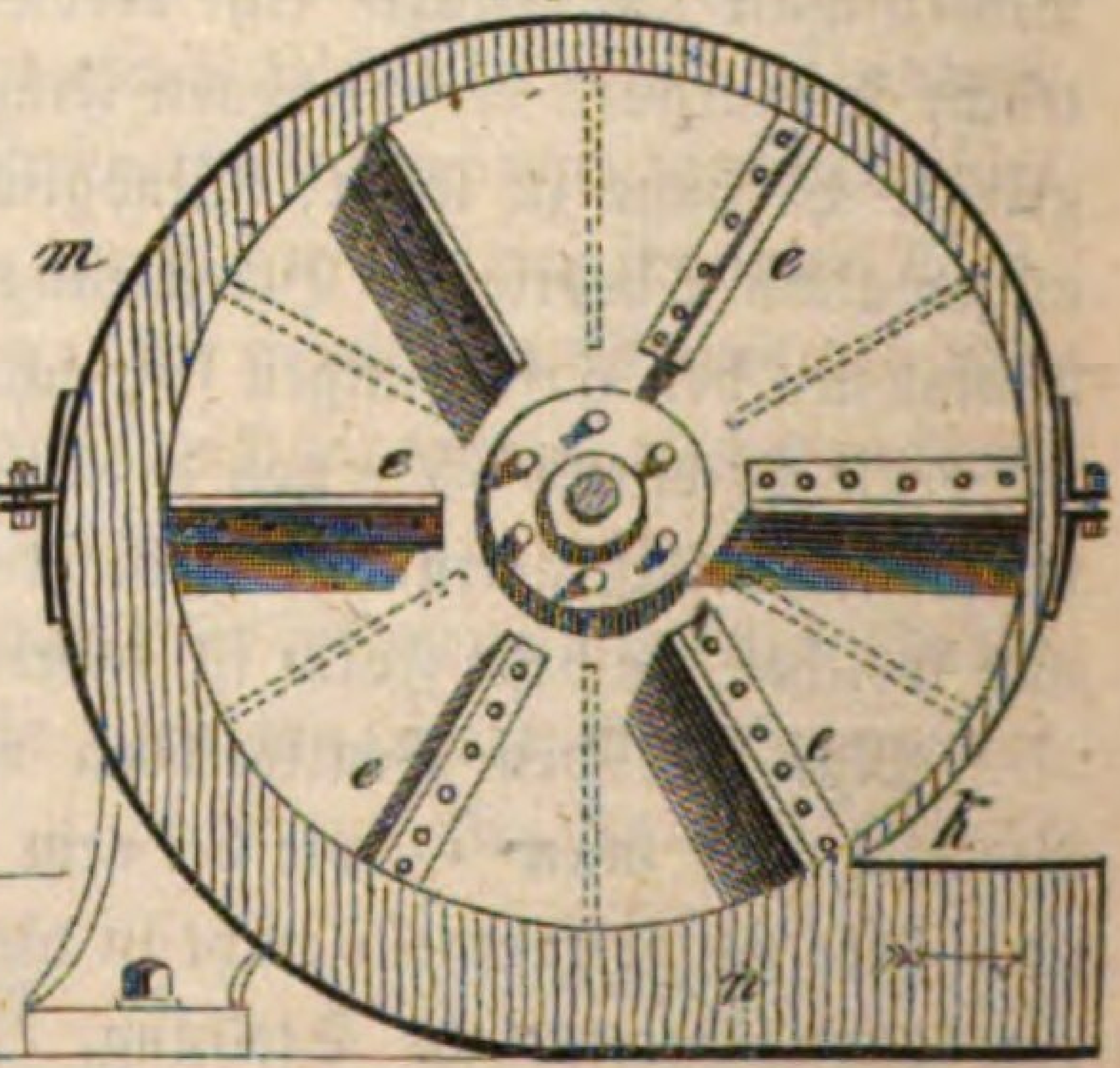


Fig. 75.



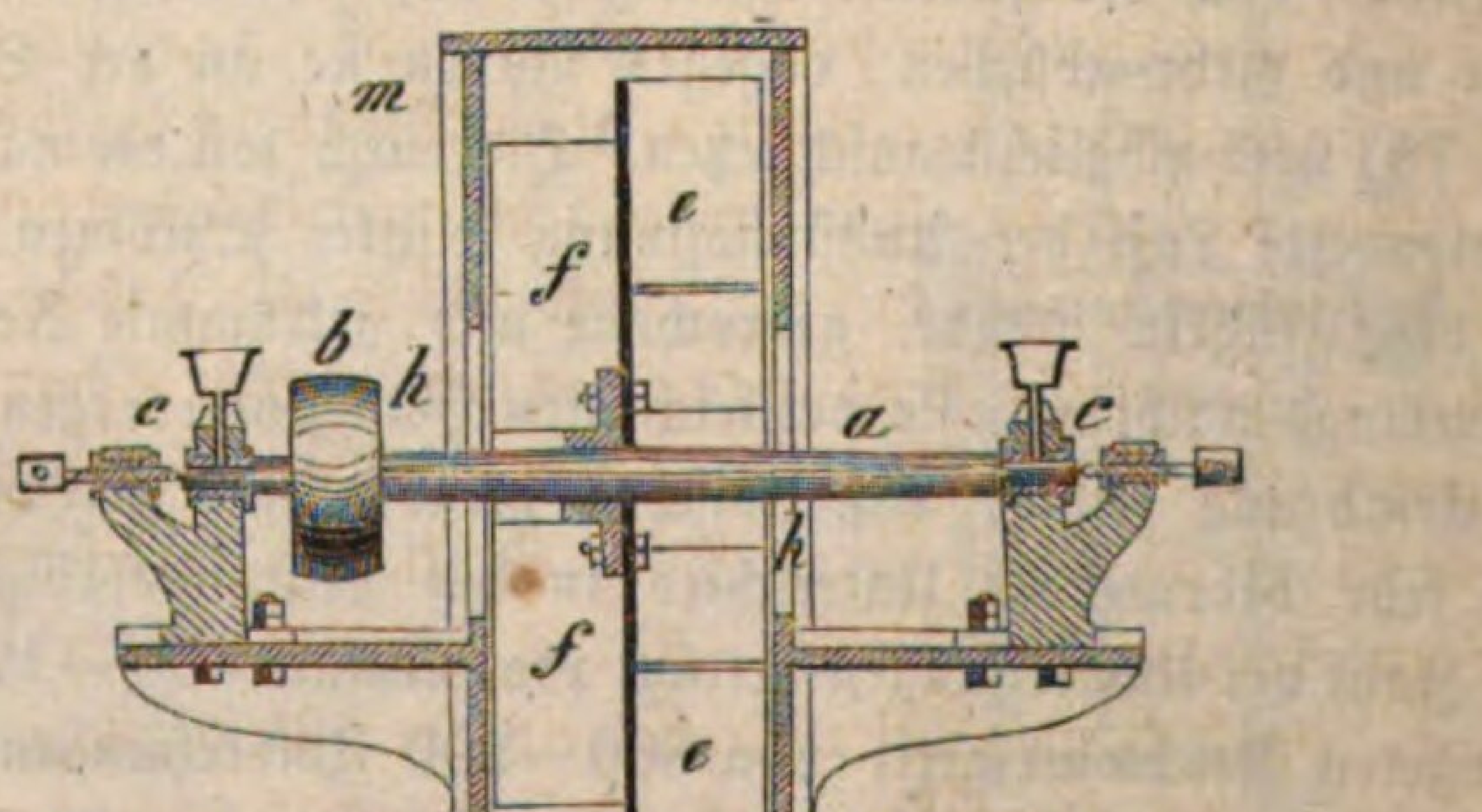


Fig. 76.

ist. Fig. 74 zeigt die Seitenansicht, Fig. 75 eine gleiche Ansicht nach Abnahme der Mantel-Seitenwand, Fig. 76 stellt einen Vertikaldurchschnitt dar. Sämmtliche Figuren sind in $^1/_{24}$ der natürlichen Größe gezeichnet. a ist die Welle, b ist die Rolle für den Riemenbetrieb der Welle, c c sind die Wellenlager. Statt der Arme für die Flügel hat man hier auf die Welle eine gußeiserne Scheibe gekeilt und an diese die starke Blechscheibe d angeschraubt. Auf diese Scheibe sind beiderseits die Flügel, in Form von Winkeleisen aufgenietet. Durch die Construction wird ein sehr sicherer und fester Bau mit verhältnißmäßig wenig Kosten erreicht. Der Mantel ist hier excentrisch gegen das Rad gestellt. Der äußere Durchmesser des Flügelrads hat 37 hess. Zoll ($92^1/_2$ Cent.); die Einströmungsöffnungen h im Mantel sind etwas elliptisch von 15 Zoll ($37^1/_2$ Cent.) Höhe und 14 Zoll (35 Centimeter) Breite; die totale Flügelbreite beträgt 17 Zoll (42,5 Centimeter). Der Ventilator macht 900 Umgänge pro Minute und liefert für 40 Schmiedefeuer den Wind von einer $6^1/_2$ Zoll Höhe entsprechenden Pressung.

Man hat auch Ventilatoren construirt, welche direkt durch Dampf betrieben werden. Eine derartige Construction ist die von Gebrüder Mazeline zu Havre (Polyt. Centralblatt 1860, S. 10). Das Ventilatorgehäuse besteht aus 4 Theilen, von welchen die unteren zugleich das Gestell bilden. Die oberen Theile sind gekrümmt und in der Mitte zusammengeschraubt; die unteren Theile sind dagegen rechtwinklich. Ueber die Betriebswelle ist in die Mitte eine vertikale Blechscheibe gesteckt, an welcher die Schaufeln befestigt sind. Diese Scheibe wird durch zwei beiderseits über die Welle gesteckten Kränzen, mit welchen sie verschraubt ist, gehalten und gesteift. Die Schaufeln sind äußerlich nach einem Kreisbogen schwach gebogen und verlaufen innen nach einer geraden Linie, indem sie zugleich in der Richtung ihrer Breite sich verjüngen. 6 Schaufeln sind vorhanden. Die Achse liegt nicht in der Mitte des Gehäuses, sondern weicht sowohl in der Längen- als in der Höhenrichtung von derselben ab, so daß der Abstand zwischen den äußeren Schaufelenden und der Wand des Gehäuses an verschiedenen Stellen verschieden ist. Die Triebwelle trägt an ihrem einen Ende ein kleines gußeisernes Schwungrad, woran eine kleine messingene Kurbel befestigt ist, die durch die Kurbelstange eines kleinen Dampfcylinders ihre Bewegung empfängt. Der Steuerungsschieber wird durch eine Excentrik, welche ebenfalls auf der Welle des Ventilators sitzt, getrieben.

Mechanische Hämmer.

Beim Ausschmieden größerer Gegenstände, oder zur fabrikmäßigen Darstellung kleinerer Gegenstände, bedient man sich schwererer Hämmer, die durch mechanische Kraft (Wasser oder Dampf) bewegt werden. Die mechanischen Hämmer, welche in Schmiedewerkstätten angewendet werden, sind verschiedener Art. Wir wollen einige derselben betrachten.

1. Hämmer, welche durch Hebedaumen getrieben werden.

An einer Welle, die durch eine Riemenscheibe in Umdrehungen versetzt wird, befinden sich Hebedaumen, welche den zwischen zwei Seitenwangen des Gestells vertikal geführten Hammer heben und ihn dann zum freien Fall loslassen. Eine verbesserte Construktion dieser Art rührt vom Ingenieur J. Schmerber her und ist im Bulletin de la société industrielle

Fig. 78.

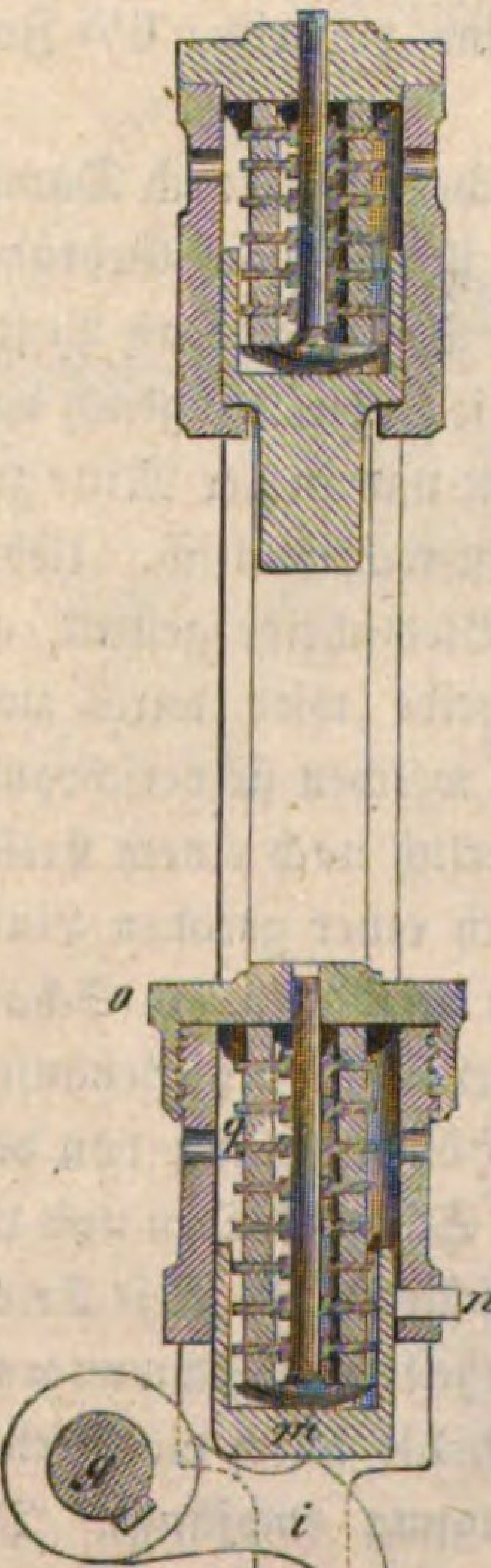
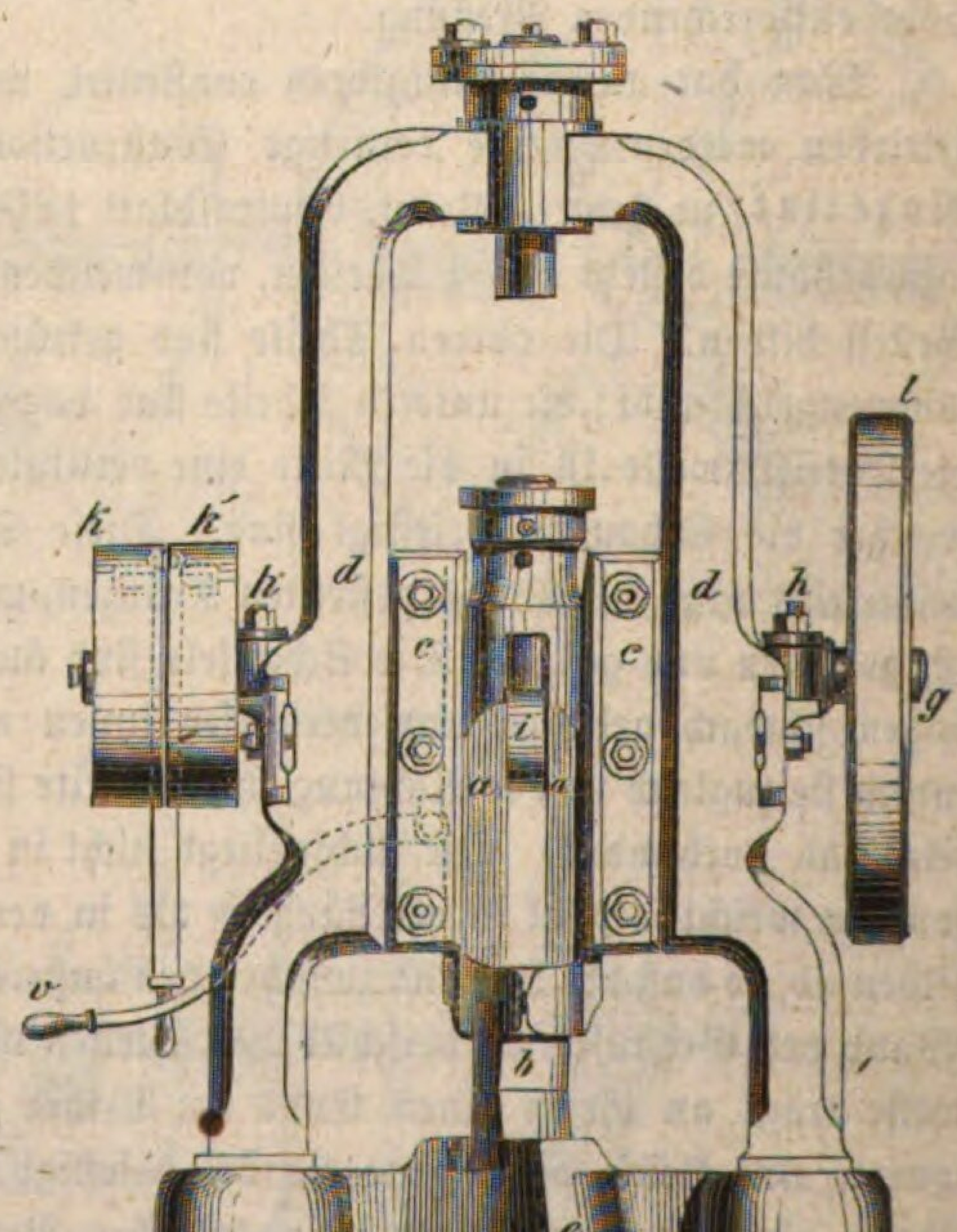


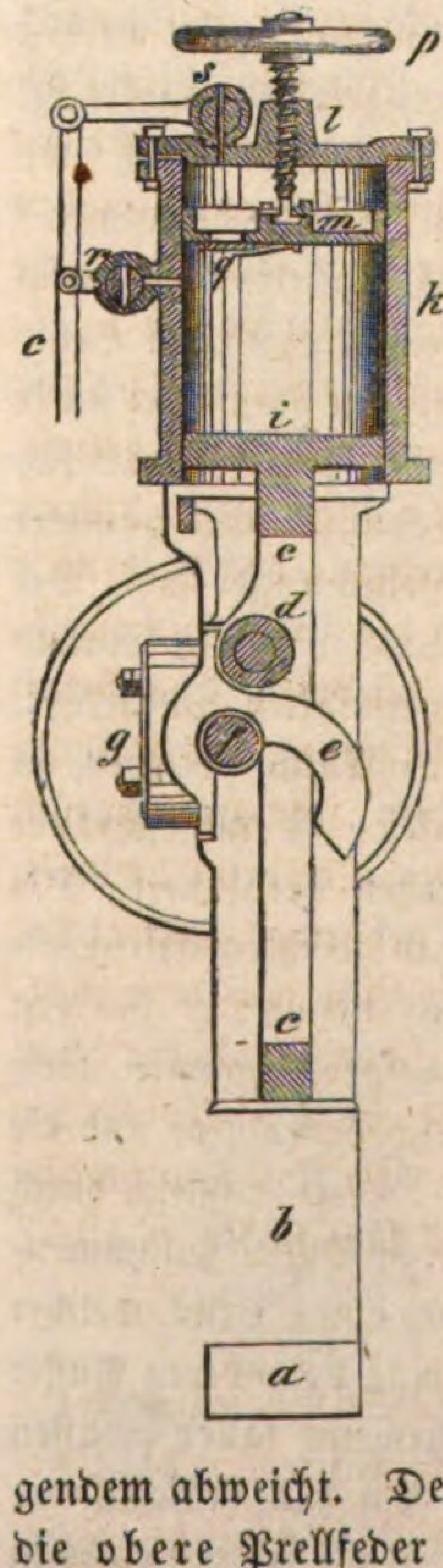
Fig. 77.



de Mulhouse, Tome XXIII, pag. 145, zuerst beschrieben worden. Unsere Figuren 77 u. 78 stellen einen Schmerber'schen Hammer dar. Die Ansicht desselben, Fig. 77 ist 1/20 der nat. Größe und Fig. 78 in 1/10 gezeichnet. a ist der gußeiserne Körper des Hammers, er trägt unten die eingesetzte Hammerbahn b und führt sich in den Seitenwangen c c des Gerüstes d. e ist die Chabotte, welche den Ambos f trägt. An der Welle g, welche sich in den an das Gerüste befestigten Lagern h h dreht, befindet sich der einzige Hebedaumen i (Siehe Fig. 78) durch welchen der Hammerklotz gehoben wird. k und k' sind zwei Riemenscheiben von gleichem Durchmesser; eine lose und eine feste. l ist ein auf die Welle gesetztes Schwungrad, durch welches eine gleichmäßigere Bewegung erzielt werden soll. Zu dem Zweck ist in demselben noch ein Gegengewicht angebracht, welches das Maximum der Bewegung in dem Moment besitzt, wo der Hebedaumen den Hammer aufwärts schwingt. Der Hebedaumen i geht durch einen Schlitz des Hammerblocks und faßt denselben an einem verstählten Pufferkopf. Um nämlich die Stöße beim Angriff des Hebedaumens zu vermeiden und an Kraft zu sparen, hat man zwei starke Kautschuckfedern, oder Puffer, angebracht. Die eine Feder befindet sich oben am Hammerblock, an der Stelle wo der Hebedaumen den Hammer faßt und emporhebt; die andere Feder ist oben im Gestell angebracht. Die Fig. 78 gibt einen Durchschnitt dieser Theile in doppelter Größe, woraus die Construction ersichtlich ist. m bezeichnet den verstählten Pufferkopf. Damit sich derselbe nicht drehen kann, ist er mit einer Nuthe versehen, in welche die kleine Feder n eingreift. Der Pufferdeckel o ist aufgeschraubt und wird durch eine Klemmschraube am Losdrehen verhindert. Die Feder besteht aus Kautschuckringen q mit dazwischen gelegten Eisenplatten. Der oberere Puffer hat eine ganz gleiche Construction; er hat den Zweck, dem von dem Hebedaumen aufwärts geworfenen Hammer diese Bewegung rascher zu nehmen als es ohne ihn geschehen würde und die Fallgeschwindigkeit des Hammers zu vermehren. Indem nämlich durch den aufwärts steigenden Hammer die Feder im oberen Puffer zusammengedrückt wird, äußert dieselbe sodann auf den Hammer einen Druck, welcher denselben, nebst der Schwere, zurückwirft. Würde man den oberen Puffer weglassen, so müßte der Hammer weit höher gehoben und fallen gelassen werden um gleich kräftige Schläge zu erzielen. Um den vulkanisirten Kautschuckfedern eine lange Dauer zu sichern, müssen die Federn eines in stetem Gang befindlichen Hammers alle 6 Stunden gereinigt werden. Am besten ist es, wenn man die Feder, die 6 Stunden gearbeitet hat, heraus-

nimmt und durch eine gereinigte, ausgeruhte Feder ersetzt; während dann die neue Feder arbeitet, kann die herausgenommene gereinigt und geschmiert werden. — Will man die Fallgeschwindigkeit des Hammers hemmen, so drückt man gegen den Hebel v, welcher dann gegen die Führungsbahn des Hammers einen Druck ausübt, wodurch Reibung erzeugt und die niedergehende Bewegung verzögert wird. — Um die Zahl der Schläge in der Minute und die Stärke der Schläge ändern zu können, ohne daß die Geschwindigkeit des Motors geändert wird, verrückt man, nach Angabe Schmerber's, nur den Laufriemen auf den Rollen k und k′. Will man die Stärke der Schläge vermindern, so rückt man den Riemen mehr oder weniger auf die lose Rolle hinüber. Man annullirt hierdurch mehr oder weniger die Zugkraft des Riemens, welcher dann in dem Moment wo der Hebedaumen den Hammer faßt, an der Triebrolle gleitet und so den Hammer mit geringerer Geschwindigkeit aufhebt. Die Laufrollen sind deßhalb genau von gleicher Größe und gut polirt. Die Zahl der Schläge übersteigt nicht 180 pro Minute. Zum Betrieb eines Hammers von 180 Pfd. Gewicht sind 1½ Pferdekräfte, bei 300 Pfd. Gewicht 2½ Pferdekräfte, bei 500 Pfd. Gewicht 3½ und bei 700 Pfd. Gewicht 6 Pferdekräfte erforderlich.

Fig. 79.



Bei dem Waterhaus'schen Fallhammer ist der obere Kautschuckpuffer durch eine Feder aus atmosphärischer Luft ersetzt, bei welcher man es mehr in der Hand hat, geringere oder größere Geschwindigkeiten beliebig und mit Sicherheit hervorzubringen. In den Verhandlungen des hannövrischen Gewerbvereins von 1858 ist ein Waterhaus'scher Fallhammer beschrieben, dessen Construction, von dem vorherbeschriebenen Schmerber'schen Hammer hauptsächlich in Folgendem abweicht. Der untere Puffer ist weggelassen; dagegen besteht die obere Prellfeder aus einem Luftpuffer. Die Figur 79 gibt einen Vertikaldurchschnitt durch das Hammerwerk. b ist der Hammerklotz (in der Zeichnung fehlt eine Begrenzungslinie) mit der eingesetzten

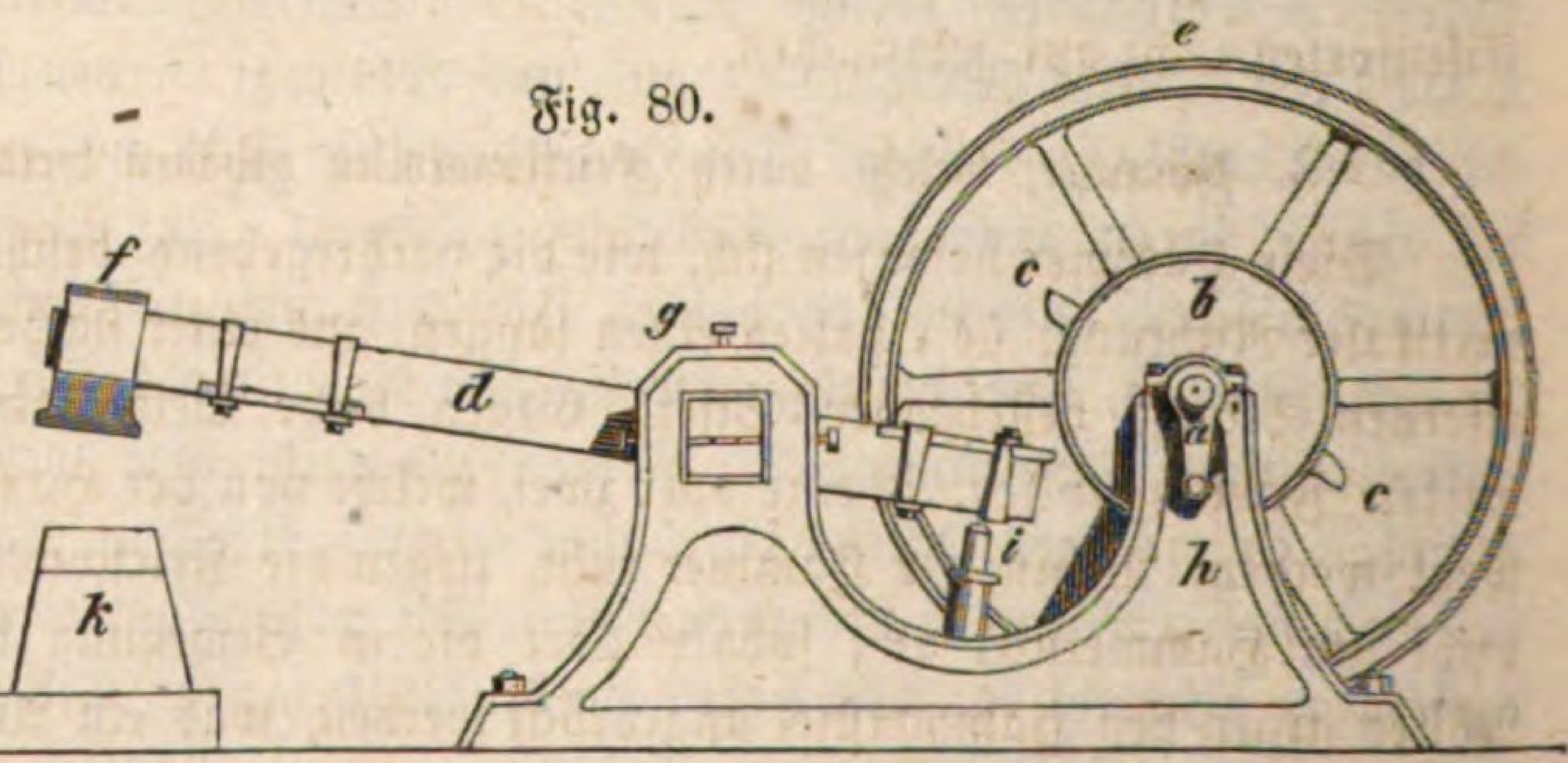
Hammerbahn a. g ist die Riemenscheibe zur Bewegung des Hammerwerks. Der Hebedaumen e wirkt bei jedem Umgang der Welle f gegen eine Walze d die etwas rückwärts von der Mittellinie an der geschlitzten Stange c befestigt ist, welche den Hammerkloß b mit einem Kolben i verbindet. Dieser Kolben i bewegt sich, ähnlich wie ein Dampfkolben, luftdicht im Cylinder k, welcher den Raum für die oben erwähnte Luftprellfeder liefert und über dem Hammergerüste aufgestellt ist. Um diese Feder beliebig groß oder klein machen zu können, ist ein zweiter, verstellbarer Kolben m vorhanden, welcher mittelst einer Schraube, deren Mutter im Halse l des Deckels befindlich ist, auf- und abbewegt werden kann, ohne sich dabei drehen zu müssen. Die Umdrehung der Schraube erfolgt durch die Hand, indem man hierzu den Ring p bewegt. Zur Einführung der atmosphärischen Luft in den hohlen Cylinderraum zwischen die beiden Kolben i und m, und beziehungsweise zum Reguliren des erforderlichen Luftquantums (Spannung der Feder), um mehr oder weniger rasche Schläge zu erzeugen, dienen die Hähne r und s, sowie im Kolben m ein sich nach unten öffnendes Klappenventil q. Die wünschenswerthe Stellung der Hähne geschieht von dem unten am Ambos stehenden Arbeiter vermittelst der Zug- und Schubstange t. Haben die Hähne s und r die in unserer Figur gezeichnete Stellung, so entsteht beim Niedergang des Kolbens i, zwischen i und q, ein luftverdünnter Raum, welchen die äußere atmosphärische Luft auszufüllen sich bestrebt und durch s einströmend das Ventil öffnet, bis der bemerkte Raum gefüllt ist. Beim Aufgang des Kolbens kann die abgesperrte Luft nicht entweichen, sie wird zusammengedrückt und bewirkt durch ihre Elasticitätskraft ein rascheres Fallen des Hammers, sobald der Hebedaumen denselben losläßt. Durch gehöriges Stellen des Hahns r kann man die zwischen q und i abgesperrte Luft ganz oder theilweise entfernen und durch diesen Hahn die Größe der Spannkraft von der Luftfeder reguliren. Bei einem Hammergewicht von 4¼ Centner hat der Cylinder k eine Höhe von 16 Zoll, der Kolben i 10 Zoll Durchmesser und 6 Zoll Hub. Der Preis der Maschine ist, franco Manchester, fl. 1380.

2. Schwanzhämmer.

Der Hammer ist an einem langen horizontalen Stiel befestigt, welch Letzterer mittelst zweier Drehzapfen in Lagern ruht. Wird nun das Ende des Hammerstiels mittelst Hebedaumen niedergedrückt, so steigt der Hammer in die Höhe und fällt durch das eigne Gewicht wieder herunter, wenn der Hebedaumen den Stiel verlassen hat. Zur Bewegung kleiner

Schwanzhämmer werden häufig Riemenscheiben angewendet die von einer Hauptwelle aus in Umdrehungen versetzt werden. Zum Betrieb größerer Hämmer dieser Art bedient man sich Wasserräder oder kleiner Dampfmaschinen. Fig. 80 zeigt die Skizze eines Schwanzhammers in 1/24 der natürlichen Größe. a ist die Kurbel woran die Dampfmaschine wirkt und welche die Daumenringwelle b in Umdrehungen setzt. Die Daumenringscheibe besteht aus Gußeisen; sie ist an ihrem Umfang mit Löchern versehen in welche die schmiedeisernen Hebedaumen c c eingesetzt werden. Man

Fig. 80.



bringt mehr Löcher an als Daumen erforderlich sind, damit man die Daumen versetzen und ihnen eine solche Stellung anweisen kann, daß sie niemals auf den todten Punkt der Maschine zu stehen kommen. Die Länge der Daumen richtet sich nach der Hubhöhe des Hammers; sie werden nach einem Epicykloidenbogen abgerundet. Auf der Welle der Daumenscheibe befindet sich ein Schwungrad e; häufig werden auch zwei Schwungräder, an jeder Seite eines, angebracht. Der Hammerstiel d ist von zähem Holze; an dem Ende wo die Hebedaumen aufdrücken (an seinem Schwanz) ist er mit einer eisernen Platte versehen; am anderen Ende ist der schmiedeiserne, mit verstählter Bahn versehene Hammer f aufgekeilt. Die Achse, um welche der Hammer sich bewegt, besteht aus zwei Zapfen, die an einer Hülse befestigt sind; der Hammerstiel ist durch diese Hülse gesteckt und festgekeilt. Die Achsenzapfen drehen sich in Lagern des Hammergerüstes g. Hammergerüst g und Lagergerüst h sind hier aus einem Stück gegossen. Der Prellstock i besteht aus einem Cylinder welcher sich in einer Röhre verschieben läßt und der durch eine darunter gelegte gewundene starke Feder stets nach oben gedrückt wird. Wenn ein Hebedaumen den Schwanz des Hammers niederdrückt, so legt sich derselbe auf den Kopf des Prellstocks und drückt denselben hernieder; sobald aber der

Hebebaumen den Schwanz losläßt schnellt die Feder im Prellstock gegen den Schwanz und unterstützt somit die Schwere des Hammers in der Stärke des Schlags. k ist der Ambos, der eine eingesetzte verstählte Bahn besitzt. **Mariotte** hat solche Hämmer gebaut die mittelst oscillirender Dampfmaschinen betrieben werden (Armengaud's Publication industrielle). Die Hämmer haben ein Gewicht von 120 Pfund und machen 140—150 Schläge pro Minute. Man kann damit Eisenstangen von 5 — 6 Zoll Durchmesser ausschmieden und sie auch für schwächere Eisensorten recht gut gebrauchen.

3. Hämmer, welche durch Frictionsrollen gehoben werden.

Diese Hämmer bewegen sich, wie die vorhergehend beschriebenen in vertikaler Richtung, sie erhalten einen langen, aus einer flachen, schmiedeisernen Stange bestehenden Stiel. Gegen beide Seiten dieses Stiels wirken Frictionsrollen, je eine oder zwei, welche von der Hauptwelle bewegt werden. Wenn der Hammer ruht, liegen die Frictionsrollen nicht dicht am Hammerstiel an; sobald aber die in Bewegung befindlichen Rollen gegen den Hammerstiel angedrückt werden, was ein Arbeiter mittelst eines Hebels leicht bewerkstelligen kann, so bewegen die Rollen den Hammerstiel durch **Reibung** aufwärts. Läßt der Arbeiter den Hebel los und entfernt somit die Frictionsrollen von dem Hammerstiel, so wird der Hammer frei und fällt durch sein eigenes Gewicht herab. Das Spiel wiederholt sich, wenn der Arbeiter die Frictionsrollen wieder an den Hammerstiel andrückt. Es ist einleuchtend, daß man hier den Hammer auf beliebige Höhen heben kann; es hängt ganz von dem Arbeiter ab, die Rollen mehr oder weniger rasch abzudrücken, anzuhalten und wieder los zu lassen. Man kann also leicht Schläge von verschiedener Stärke führen. Die bewegende Kraft des Hammers ist die gleitende Reibung und diese muß größer sein als das Gewicht des Hammers. Die **größte** Geschwindigkeit die der Hammer aufwärts erhalten kann, ist gleich der Peripheriegeschwindigkeit der Frictionsrollen. Es ist begreiflich, daß die Hammerstiele einer bedeutenden Abnutzung unterworfen sind. Man hat Frictionshämmer bis zu 20 Centner Schwere, mit welchen 100 bis 150 Schläge in der Minute gemacht werden können.

In **Dingler's** polyt. Journal, Bd. 155, S. 16, wird **M'Kechnie's** mechanischer Frictionshammer beschrieben. Das Hauptgestell desselben besteht aus einer vertikalen Säule, welche auf einer starken Sohlplatte befestigt ist und an ihrem Kopfe auf überhängenden Consolen das Be-

triebszeug trägt. Unter diesen Consolen ist eine stellbare Führung an der Säule befestigt, durch welche die schmiedeiserne Hammerstange geht, die oberhalb der Frictionsrollen in einem auf beiden Consolen ruhenden Ständer noch eine zweite Führung findet. Die Bewegung erfolgt durch eine auf einer horizontalen Welle sitzenden Riemenscheibe, neben der sich eine Losscheibe befindet. Diese Welle ruht in Lagern welche auf den Consolen stehen, hat außerhalb des Gestelles ein Schwungrad zur Ausgleichung der Bewegung, und nahe dem Mittel des Gestells ein gezahntes Getriebe. Unterhalb derselben liegen zwei horizontale Wellen parallel, welche gleich adjustirt, jede ein Zahnrad und eine Frictionsrolle tragen. Mit dem einen dieser Zahnräder steht das Getriebe, welches auf der Schwungradwelle sitzt, in Eingriff, es wird also die Bewegung der Riemenscheibe auf die beiden Frictionsrollen übertragen, welche sich gleichzeitig, aber in entgegengesetzter Richtung, bewegen. Die Enden der Wellen, welche die Frictionsrollen tragen, liegen in Gleitklötzen, welche sich in einem im Gestelle befindlichen Schlitz hin- und herschieben lassen, und dadurch, entweder die Hammerstange fassend, dieselbe heben, oder aber sich von einander entfernend, dieselbe fallen lassen. Diese Bewegung erfolgt in nachstehender Weise: Auf der Sohlplatte steht eine niedrige Säule, in welcher sich auf einem Bolzen ein Handhebel dreht, der mit einem schweren Gegengewicht versehen ist. Im oberen Hauptgestelle, parallel mit den Frictionswellen, liegt eine kurze horizontale Welle, welche in der Mitte zwischen den Lagern einen Hebel trägt, der winkelrecht über dem mit Gegengewicht versehenen Hebel liegend, mit diesem durch eine Zugstange verbunden ist. An den Enden der horizontalen Welle, außerhalb der Lager, befinden sich kurze Doppelhebel, von denen Zugstangen zu den Gleitklötzen resp. Lagern der Frictionswellen führen. Durch ein geringes Niederdrücken des Handgriffs am unteren Hebel werden nun die Gleitklötze zusammengeschoben und die Frictionsrollen mit der Hammerstange in Berührung gebracht, sowie durch das Loslassen desselben plötzlich wieder von einander entfernt, indem das Gegengewicht die Auslösung bewirkt. Da nun die Schwungradwelle in continuirlicher Bewegung ist, so kann man sehr schnelle und starke Schläge geben, weil zum Heben des Hammers nur ein Niederdrücken des Handhebels erforderlich ist, der sich selbst sofort zurückstellt, wenn die Hand entfernt wird, und dadurch den Hammer fallen läßt. Durch den unter den Consolen an den Säulen befestigten Ständer, welcher die untere Hammerführung trägt, geht eine Spindel, welche auf der Seite der Führung mit Gewinde

versehen ist, auf der entgegengesetzten Seite aber, außerhalb der Hauptsäule, einen Gewichtshebel trägt. Durch die Bewegung dieses Hebels wird die Führung zusammengespannt, also die Möglichkeit geboten, den Hammer beim Fallen in jeder beliebigen Höhe zu fangen — die entgegengesetzte Bewegung läßt die Führungen wieder los und läßt ein freies Fallen zu. Das Gegengewicht erhält den Hebel in letzterer Stellung. Die Hammerstange kann entweder flach gestellt, durch Frictionsrollen mit parallel stehenden Perepherien, oder aber diagonal gestellt und durch Scheiben mit Gradnuthen gehoben werden; letztere Methode ist, wie die Praxis gezeigt hat, vorzuziehen.

4. Direkt wirkende Dampfhämmer.

Schon James Watt soll die Idee eines solchen Hammers gehabt und auf eine Maschine der Art im Jahr 1784 ein Patent genommen haben; aber der Gebrauch des Schmiedeisens war noch zu beschränkt, Gußeisen und namentlich Holz waren die Materialien, welche bei großen Constructionen in Anwendung kamen und so war diese Erfindung Watt's von keinem wesentlichen Einfluß. Auch William Deverell kam mit seiner 1806 patentirten Idee, Hämmer durch direkte Einwirkung des Dampfes ohne Vermittelung eines rotirenden Zwischenglieds zu bewegen, noch zu früh. Aber die stets wachsenden Bedürfnisse des Handels und der Industrie, namentlich die Beschaffung mächtiger Transportmittel zu Wasser und zu Land stellten bald bedeutende Anforderungen zur Herstellung großer schmiedeiserner Stücke und Maschinentheile Der Engländer Nasmyth hat den ersten, brauchbaren, direkt wirkenden Dampfhammer construirt, welcher in den letzten Jahren eine große Verbreitung und Anwendung gefunden hat. Ein Dampfcylinder ist über dem Hammergerüste aufgestellt, dessen Kolbenstange nach unten gerichtet ist und den schweren Hammerblock trägt. Wird der Dampf unter den Kolben gelassen, so hebt sich derselbe mit dem Hammer; läßt man dann den Dampf ausstreichen, so stürzt der Hammer durch sein Gewicht herab. Es sind Vorrichtungen angebracht, mittelst deren man den Hammer auf beliebige Fallhöhen heben und im Fall hemmen kann. Man ist im Stande den leisesten Schlag mit diesem Hammer zu thun.

Die Figur 81 gibt eine vordere Ansicht eines Nasmyth'schen Hammers, Fig. 82 stellt einen Vertikalquerschnitt durch die Mitte in 1½facher Größe dar. Das Hammergerüst besteht aus zwei gußeisernen Ständern welche auf einer breiten Grundplatte ruhen und auf derselben mit Schrauben-

bolzen befestigt sind. Die Grundplatte ruht auf festem Fundamentmauerwerk. Die bemerkten Ständer des Hammergerüstes sind oben mit einem Kopfstück verbunden worauf der Dampfcylinder aufgeschraubt ist. In dem Kopfstück befinden sich zugleich die Dampfwege für den Cylinder. Der Hammer a ist mit einem schwalbenschwanzförmigen Zapfen in die untere Fläche des Hammerblocks b eingesetzt und durch Keile befestigt. Der Ambos ist in gleicher Art in der Chabotte befestigt. Der Hammerklotz b ist an den beiden Seitenflächen mit eingehobelten Nuthen versehen, vermittelst deren er sich vertikal in den an den inneren Seitenflächen der Ständer vorspringenden Leisten (Federn) führt. Oben ist der Hammerklotz b mit der Kolbenstange e des Dampfcylinders f verbunden. Wie aus Fig. 82 ersichtlich ist, hat die Kolbenstange an ihrem unteren Ende einen Knopf; unter und über denselben werden in die Höhlung des Hammerklotzes Holzstücke gelegt, und darauf wird durch zwei durchgesteckte Keile der Kolbenstangenknopf am Ausziehen gehindert. Die Einlage von Brettstücken

Fig. 81.

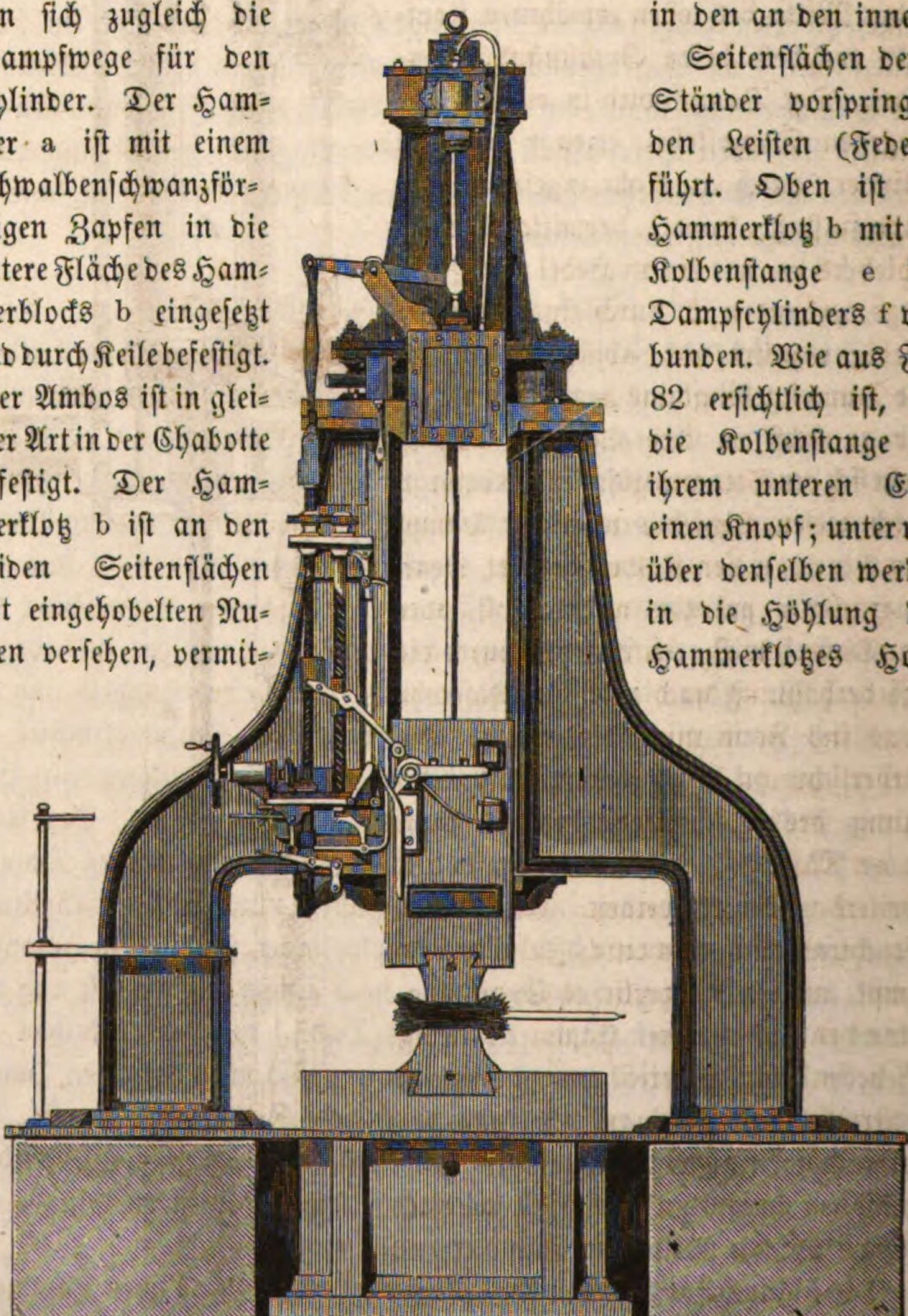
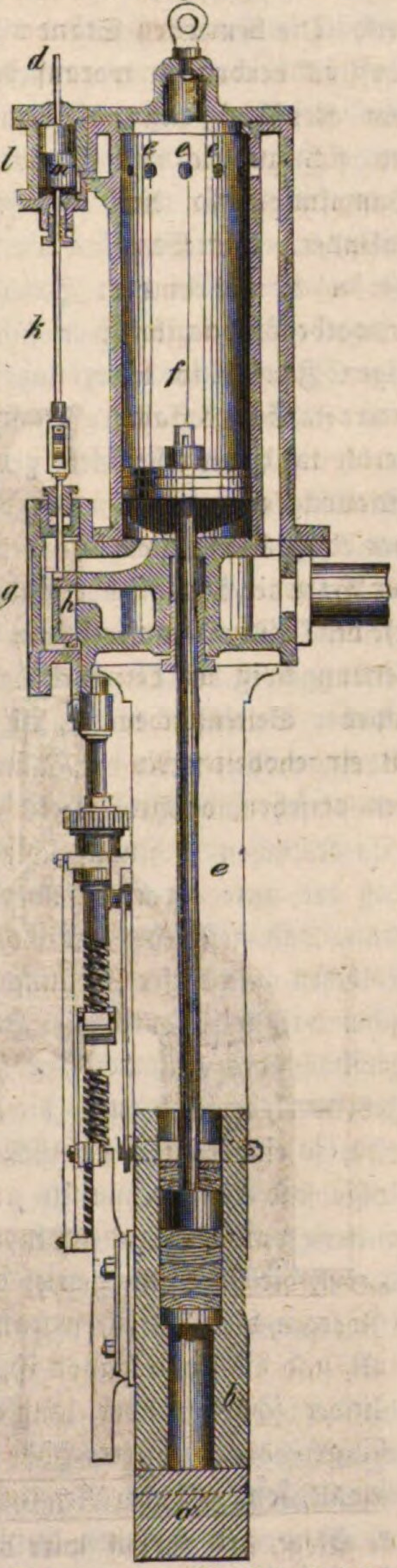


Fig. 82.



hat den Zweck eine elastische Verbindung herzustellen, welche bei der Stärke der Stöße nothwendig ist. Die Kolbenstange geht durch eine Stopfbüchse in der Mitte des oben erwähnten Kopfstücks welches beide Gerüstständer verbindet. Der Dampf wird in einem nahe gelegenen Dampfkessel erzeugt und dem Cylinder f durch ein Rohr zugeführt. Der Dampfzufluß kann, vermittelst eines Schiebers der mit einem Hebel und Zugstange verbunden ist, durch einen Arbeiter beliebig regulirt und abgestellt werden. Der Dampf gelangt aus dem Zuleitungsrohr zunächst in den Schieberkasten g, worin sich der Steuerungsschieber h bewegt. Durch diesen Schieber wird der Dampf einmal unter den Kolben geleitet, wenn der Hammer gehoben werden soll, oder dem Dampf wird ein Ausweg durch die Schieberhöhlung nach dem Ausblaserohr c, das ins Freie mündet, geöffnet. Die erforderliche auf- und niedergehende Bewegung des Steuerungsschiebers kann von der Maschine, oder von der Hand des Arbeiters verrichtet werden. Es ist nun einleuchtend, daß man durch Zulassen von Dampf, mit der erforderlichen Spannung, unter den Cylinder den Hammer beliebig hoch heben kann. Schiebt man dann den Steuerungsschieber hinauf, so daß die Verbindung des Raums unter dem Kolben mit der atmosphärischen Luft hergestellt wird, so läßt die Schwere des Hammers ihn wieder herunterfallen. Um zu verhindern, daß der Dampfkolben beim Aufwärtsgehen zu hoch gehoben und gegen den Deckel des Cylinders getrieben wird, ist hier eine ganz ähnliche Luftfeder

angewendet wie wir solche in Fig. 79 kennen gelernt haben. Der Cylinder enthält die Durchbohrungen i i, durch welche die über dem Kolben befindliche Luft entweichen kann, wenn sich derselbe aufwärts bewegt; kömmt aber der Kolben so hoch, daß er die bemerkten Oeffnungen verdeckt, so kann keine Luft mehr entweichen und die oberhalb des Kolbens eingeschlossene Luft wird comprimirt und wirkt nun federnd auf den Kolben zurück. Der Mechanismus vermittelst dessen die Maschine den Steuerungsschieber h bewegt, ist folgender. An dem Hauptcylinder ist oben der kleine Dampfcylinder l angebracht; in welchem sich der kleine Dampfkolben m bewegt, der mit der Schiebestange k verbunden ist. Durch ein kleines Kupferrohr d wird aus dem Schieberkasten g Dampf über den kleinen Kolben m geleitet; hierdurch wird derselbe niedergedrückt und nimmt die in Fig. 82 gezeichnete Stellung ein; wobei dann der Steuerungsschieber eine solche Stellung hat, daß Dampf unter den Kolben des Hauptcylinders f geleitet und der Hammer in die Höhe gezogen wird. Damit nun, wenn dies geschehen ist, der kleine Dampfkolben m in die Höhe gedrückt und hierdurch der Verbindungsweg des Dampfes nach dem Hauptcylinder durch den Steuerungsschieber abgesperrt werde, ist an dem Hammer selbst eine Knagge angebracht, welche, wenn der Hammer seine bestimmte Höhe erreicht hat, gegen das Ende eines Hebelwerks drückt und hierdurch die Schieberstange mit dem Kölbchen m hinauf schiebt. Nun ist die Stellung des Schiebers so, daß der unter dem Hammerkolben befindliche Dampf frei ausströmen kann, was geschieht, und wodurch der Hammer herniederfällt. Daß das Kölbchen m in dieser Stellung verbleibt bis der Hammer den Schlag vollführt hat, wird durch ein Hebelwerk und eine Feder bewirkt. Um die Hubhöhe des Hammers größer, oder kleiner stellen zu können ist das Hebelwerk, welches durch die Knagge des Hammers in Bewegung gesetzt wird, so eingerichtet, daß sich die Drehpunkte verrücken lassen. Dem zur Folge sind die Drehpunkte an Hülsen befestigt, welche die Schraubenmuttern von Schraubenspindeln bilden. Setzt man mit einer kleinen Kurbel, die ein Winkelgetrieb dreht, die Schraubenspindeln in Umdrehung, so werden die Hülsen, woran die Hebel befestigt sind, gehoben oder gesenkt, und die Folge davon ist, daß der Dampfzufluß unter den Hammercylinder schneller oder langsamer abgesperrt und so der Hammer auf geringere oder größere Höhe gehoben wird. Man hat es ganz in der Gewalt, sowohl durch Regulirung des Hebelwerks, als durch Leitung mit der Hand, den Hammer in jede Höhe zu leiten und in jeder Fallhöhe festzuhalten.

Man baut solche Hämmer in den verschiedensten Größen, von 5 Centner bis zu 200 Centner Hammergewicht. Auch wird ganz dieselbe Einrichtung im Bauwesen bei Dampframmen angewendet.

Die oben beschriebene älteste Construktion der direkt wirkenden Dampfhämmer (die von Nasmyth) hat den Nachtheil, daß durch die hohe Lage des Cylinders die Erschütterungen in nachtheiliger Weise auf das Rammgerüst übertragen werden und die Kolbenstange, an deren Ende der Hammer befestigt ist, leicht abbricht. Man hat daher mancherlei Abänderungen an der Nasmyth'schen Construction vorgenommen. Die wichtigsten Umänderungen sind diejenigen von **Condié**, die von **Dahlen** und die von **Farcot**.

Bei dem **Condié**'schen Dampfhammer stehen Kolbenstange und Kolben fest; der Cylinder bildet die Fortsetzung des Hammerblocks und schiebt sich auf dem Kolben auf und ab. Bei dieser Construction kann zwar der den Hammer bildende Cylinder sehr tief im Gestell liegen, wodurch nachtheilige Erschütterungen mehr vermieden werden als bei der Nasmyth'schen Construction, allein es muß hier die Cylinderstange hohl sein, weil durch sie der Dampf zugeführt wird. Dies bleibt ein wesentlicher Uebelstand.

Die **Dahlen**'sche Construction hat seit sechs Jahren eine immer größere Anwendung gefunden; sie besteht hauptsächlich darin, daß die Kolbenstange mit dem Hammerblock aus einem Stück gefertigt und verhältnißmäßig sehr stark genommen wird. Bei kleinen Dampfhämmern wird die Kolbenstange mit dem Hammerblock aus einem Stück geschmiedet, bei größeren Exemplaren aus Gußeisen gegossen. Der Kolben muß dann einen größeren Durchmesser erhalten, weil die sehr starke Kolbenstange demselben unten viel Fläche benimmt. Hierdurch werden die untere wirksame Kolbenfläche und die obere Fläche von ungleicher Größe. Der Dampf tritt, nachdem er den Kolben gehoben hat, über denselben, expandirt und hilft den Hammer abwärts schleudern. Solche Hämmer, nach dem Dahlen'schen Princip construirt, werden von **Schwarzkopf** in Berlin und **Egells** in Berlin (siehe **Dingler**'s polyt. Journal, Bd. 153, S. 243) in anerkannter Güte gebaut.

Die von **Farcot** zu Port-Saint-Ouen bei Paris construirten Dampfhämmer (s. **Dingler**'s Journ. Bd. 152, S. 403) unterscheiden sich von anderen derartigen Hämmern dadurch, daß sie mit großer Geschwindigkeit und mit einer bedeutenden Expansion betrieben werden können. Sollen gewöhnliche Hämmer große Wirkungen hervorbringen, so muß man sie

hoch heben und sehr schwer machen. Beim Hammer mit Expansion kann aber ein gegebenes Gewicht bei mäßigem Fall schon eine große Wirkung hervorbringen, weil es durch Dampf geschleudert wird, welcher mit 5 oder 6 Atmosphären Spannung auf eine große Kolbenfläsche drückt. Bei der Falcot'schen Construction ist die untere Treibkolbenfläche fortwährend der Einwirkung des Dampfes unterworfen, dessen Spannung gerade hinreicht um den Kolben nebst dem damit verbundenen Hammer rasch zu heben. Der frische Dampf strömt nur auf die obere Kolbenfläsche und die Dauer seines Eintritts in den Cylinder hängt ganz von dem Willen des Maschinenwärters ab, um den Stempel mehr oder weniger schnell, und mit mehr oder weniger Kraft schlagen lassen zu können. Da der Kolbendurchmesser viel größer ist als bei den gewöhnlichen Hämmern, so verfügt man über eine weit wirksamere beschleunigende Kraft, als die von der Schwere veranlaßte. Man kann aber mit einem solchen Hammer auch leichte Schläge ausführen, indem man den Dampf nur während eines sehr kleinen Theils des Kolbenlaufes einströmen läßt. Mehrere seit 1855 nach der Falcot'schen Construction ausgeführte Hämmer haben sich recht gut bewährt.

R. Harvey construirt die Dampfhämmer mit mehreren Cylindern. Bei dieser Einrichtung soll der unmittelbare Effekt von zwei oder mehr Dampfcylindern benutzt werden, deren mit einem gemeinschaftlichen Querhaupt verbundene Kolbenstange einen Hammerblock in Bewegung setzt. Der Betrieb des Hammers wird wie gewöhnlich bewirkt.

Der Uebelstand bei Dampfhämmern, daß die durch den Stoß bewegten Steuerungen häufigen Reparaturen unterworfen sind, während deren Dauer aber die Hämmer dem Betriebe entzogen werden, veranlaßte den Hütten-Ingenieur Kesseler in Greifswald mit der Verbesserung der bekannten Steuerungen. Er kam auf die Idee, dem Dampfe die Function der Steuerung zu entziehen und sie dem Elektromagnetismus zu übertragen. Kesseler hat sich seine mit Elektromagneten bewegten Ventilsteuerungen im Königreiche Hannover patentiren lassen und es sind dieselben in Dingler's polyt. Journal, Bd. 154, S. 1, beschrieben. Die Schiebersteuerung mußte in eine Ventilsteuerung umgewandelt werden, um eine möglichst geringe Entfernung der Anker von den Magneten zu erzielen, deren Zugkraft im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernungen steht. Die Construktion ist so gewählt, daß die Elektromagnete fast nur Reibungswiderstände zu überwinden haben, um die Kosten für die Unterhaltung der Batterie möglichst gering zu machen. Diese

Kosten sollen dadurch ersetzt werden, daß Reparaturen wegfallen und die Maschine selbst um 20 % billiger hergestellt werden kann. Bei der Unterdampfsteuerung ist ein Doppelventil angebracht, welches durch den Elektromagneten, vermittelst eines Ankers, abwechselnd den oberen oder den unteren Sitz schließen kann. Bei dem höchsten Stand des Kolbens im Cylinder ist die Kette geöffnet und das Ventil hält den Dampfzutritt aus dem Dampfrohr abgesperrt, wogegen dem gebrauchten Dampf der Austritt gestattet ist. Das Ventil ist, um etwas mehr als der Dampfdruck auf seine untere Fläche beträgt, durch ein Gewicht mittelst eines Gabelhebels belastet, so daß dem Magneten nur die Arbeit bleibt diese geringe Mehrbelastung und die Reibung in der Stopfbüchse zu überwinden. In dem Moment wo der Hammer auffällt wird die Kette geschlossen und das Hufeisen bleibt so lange magnetisch bis der Kolben auf dem bestimmten Hiebe angelangt ist. Der von Nasmyth angewandte Klinkhebel für die Umsteuerung seiner Dampfhämmer ist hier mit einigen Abänderungen zum Oeffnen und Schließen der Kette benutzt. Ein Parallelogramm dient noch dazu, die Kette durch Aufheben eines Hebels in jedem beliebigen Punkte des Falles zu schließen. So lange dieser Hebel angezogen bleibt, findet ein rasch auf einander folgendes Oeffnen und Schließen der Kette statt und der Hammer spielt auf dem höchsten Stande, ohne zu schlagen, auf und nieder. Die Construction der Oberdampfsteuerung ist ähnlich wie die der Unterdampfsteuerung.

Die kleinsten Dampfhammer, welche angewendet werden, baut wohl Schwarzkopf in Berlin für Steinbohrmaschinen, vom Gewicht von nur 9 Pfd. Einer der schwersten Hämmer, von 600 Ctr. Gewicht und 9 Fuß Fallhöhe befindet sich in der Fabrik Creusot [Dép. de Saône et Loire] für Marine-Gegenstände. Einer der größten Dampfhammer der Welt ist in der berühmten Gußstahlfabrik des Hrn. Krupp in Essen in der Ausführung begriffen. Das bewegliche, fallende Totalgewicht wird 700 Centner betragen. Die Weite zwischen den Gestellständern wird zu 48 hess. Fuß angegeben. Das kolossale Fundament besteht zuerst unmittelbar unter der Chabotte aus einem segmentartig zusammengestellten Gußeisencylinder von circa 16 Fuß Durchmesser und 18 Fuß Höhe und von einer Million Pfund Gewicht, der, wie die Ständerfundamente, auf mächtigem Rostwerke ruht, wozu man Balken von 24 Zoll im Quadrat verwendete.

Ein großer Dampfhammer wurde durch die Kirkstall-Maschinenbaugesellschaft zu Leeds für die Victoria-Eisenbahngesellschaft in Australien

gebaut. Der Hammer arbeitet mit Oberdampf, kann aber auch einfach nur durch sein Gewicht wirken, die Höhe des Hubes kann sehr rasch verändert und dem Bedürfniß angepaßt werden. Das erzielte Kraftmoment entspricht 16 tons (325 Zoll.=Ctr.) und man erhält 40 Schläge pr. Minute, wenn mit Oberdampf gearbeitet wird. Die Hauptdimensionen und Gewichte sind: Hauptfundament: 315" hess. lang (7,9 Meter), 300" breit (7,5 Meter), 156" hoch (3,9 Meter); gußeiserner Ambosblock an der Grundfläche: 138" lang (3,45 Meter) und 114" breit (2,85 Meter), Gewicht 30 tons (610 Zoll=Ctr.); Grundplatte zur Aufnahme der Ständer: 234" zu 186" (5,85 zu 4,65 Meter), 14 tons (284 Zoll=Ctr.) Gewicht; Seitenlänge der Ständer: 226" (5,65 Meter); deren Gewicht 15 tons (305 Zoll = Ctr.); Höhe vom Grunde bis zum obersten Theile des Dampfcylinders 258" (6,45 Meter); Gesammtgewicht: 75 tons (1524 Zoll=Ctr.)

Ein von der Gesellschaft Cavé erbauter und in dem Kais. Französ. Etablissement Indret aufgestellter Dampfhammer hat einen Kolbenhub von 2,4 Meter Höhe (96 Zoll), Die Gesammthöhe vom Boden bis zum Cylinderdeckel beträgt 12,57 Meter (502,8 Zoll). Die Construction ist sehr einfach; die Steuerung wird, wie bei allen aus den Cavés'schen Werkstätten hervorgehenden Hämmern, mit der Hand bewirkt. Der Hammer wird durch den Dampf gehoben und fällt durch sein eigenes Gewicht. Die Gewichte der hauptsächlichsten Theile des Hammers sind:

Dampfcylinder	16000	Pfd.
Sattel und Fundamentplatte des Cylinders . .	20000	"
Gestelle	112000	"
Kolben	2370	"
Hammerkopf	13640	"
Ventilkammer und Ventile	930	"
Aeußere Steuerung	710	"
Acht Schrauben und Muttern zur Befestigung des Gestells	2000	"
Verschiedene Schrauben und Muttern	740	"
Gewicht der gußeisernen Chabotte	144000	"
Gewicht des ersten schmiedeisernen Amboses . .	5000	"
Gewicht des zweiten	6000	"
Gesammtgewicht	323450	Pfd.

oder 3234 Ctr.

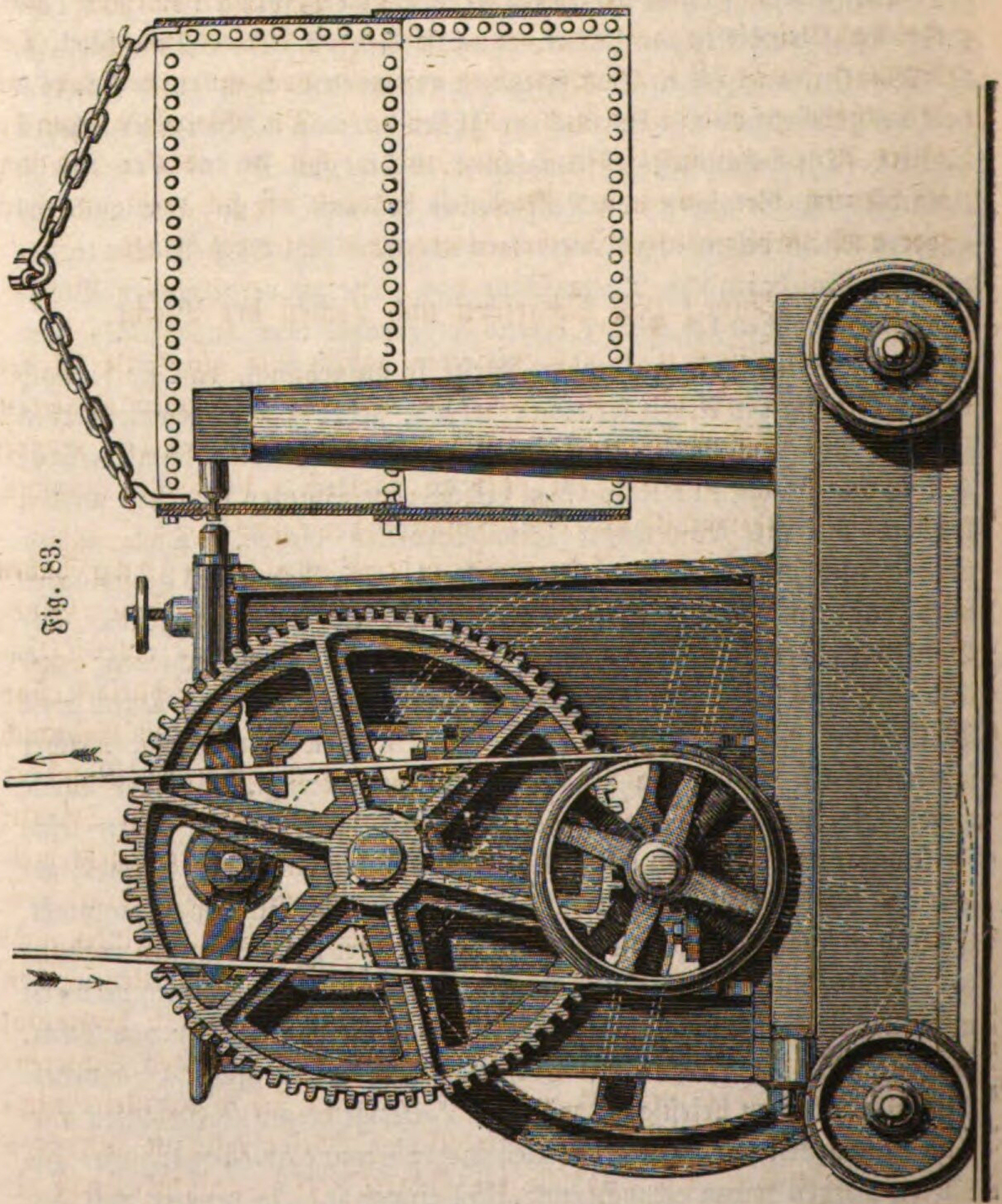
Verkaufspreis des vollständigen Hammers ohne Charbotte und Ambos mit Transport und Verpackung circa 35000 fl.

Rietmaschine.

Wir haben das Wesentlichste über die Verbindung von zwei oder mehreren Eisentheilen durch Vernietung im ersten Theil des Bauschlossers, S. 93—96, angeführt. Das Nieten wird meistens noch durch Handarbeit ausgeführt und nur in einzelnen Fällen hat man sich hierzu Maschinen bedient. Die bekannteste Nietmaschine ist die von **Fairbairn**; sie ist zunächst zum Vernieten von Kesselblechen bestimmt, kann aber auch bei anderen Nietarbeiten angewendet werden. Die Fig. 83 stellt eine transportable Fairbairn'sche Nietmaschine dar. Die zu vernietenden Blechtafeln, in welchen die Löcher bereits ausgebohrt oder ausgestoßen sind, werden in Ketten oder auf andere Weise so aufgehängt, daß sie je nach dem Fortgang der Arbeit weiter vorgerückt, gehoben oder gesenkt werden können. Auf dem starken Untergestell ist rechts eine dicke schmiedeiserne Säule angebracht, in welche oben verschiedene Stanzen eingesetzt werden können, die als Widerlager beim Vernieten dienen. Diese Säule vertritt also die Stelle des Gegenhalters. Die Arbeit des Zuschlägers wird dagegen von der Maschine durch bloßen Druck ausgeübt. Die Betriebswelle trägt ein Schwungrad und zwei Riemenschieben; eine lose und eine feste, über welche der Treibriemen gelegt wird. Durch diese Welle wird ein aufgesetzter kleiner Trieb in Bewegung gesetzt, welcher seinerseits ein großes Zahnrad in Umdrehung bringt. Auf der Welle dieses Zahnrads ist ein Hebedaume befestigt, welcher gegen eine Friktionsrolle eines Winkelhebels drückt und hierdurch den Stempel gegen das Niet vorschiebt, andrückt und ihm so den Schließkopf anpreßt. Es sind drei Einsetzlöcher neben einander für drei Paar Stangen vorhanden. Mit der mittleren Stellung können gerade und runde Formen vernietet werden; die Seitenstellungen gebraucht man beim Vernieten von Ecken. Man kann in der Minute, mit Hülfe von 2 Männern und 2 Handarbeitern, 6—8 Nieten befestigen, während 2 Schmiede mit 2 Gehülfen mittelst Handarbeit nur circa 40 Nieten in der Stunde anlegen können. Die Nieten werden warm gemacht und heiß eingesetzt. In neuerer Zeit hat man solche Maschinen auch so construirt, daß sie nicht durch Riemenscheiben, sondern durch direkten Dampfdruck bewegt werden; der bewegliche Stempel ist dann direkt mit dem Dampfkolben verbunden und die Steuerung geschieht mit der Hand. Bei einer anderen Construction be-

wegt sich der Nietstempel vertikal; auf denselben wirkt ein Hebel, dessen langes Ende mit der Kolbenstange eines Dampfcylinders verbunden ist Die Nietmaschinen arbeiten ohne alles laute Geräusch, welches bekanntlich beim Vernieten aus der Hand sehr bedeutend ist.

Fig. 83.



Auch zur Anfertigung der Nietbolzen bedient man sich in neuerer Zeit besonderer Maschinen. Eine gute Construction der Art ist von L. Duske in der „Zeitschrift deutscher Ingenieure", Jahrg. 1858, beschrieben. An der einen Seite der Maschine befindet sich eine Scheere zum

Zuschneiden der Nietbolzen von entsprechender Länge aus Rundeisenstäben. Diese Scheere ist in ihrer Construction der später zu beschreibenden Blechscheere ganz ähnlich, sie enthält nur einen verstellbaren Anschlag um die verlangte Länge der Nietbolzen zu bestimmen. Der zweite Theil der Maschine enthält einen vertikal auf- und niedergehenden Stempel, welcher das Gesenke für den Kopf des zu fertigenden Nietbolzens bildet. Der Stempel staucht bei seiner Bewegung von oben nach unten den Kopf an den glühenden Nietbolzen und prägt ihn aus. Die Nietbolzen sitzen bei dieser Arbeit auf stählernen Dornen, welche sich in radialer Richtung im Innern einer gußeisernen Trommel, befinden die sich dreht und nach und nach die eingesteckten Nietbolzen unter den Stempel bringt.

Maschinen zum Schneiden und Lochen der Bleche.

Einfache kleinere Handblechscheeren haben wir auf Seite 67 des ersten Theils vom Bauschlosser beschrieben. Bei größeren Scheeren, welche durch eine mechanische Kraft in Bewegung gesetzt werden, wendet man drei verschiedene Constructionen an, nämlich a, die Hebelbewegung, b die Parallelbewegung und c die Rotationsbewegung.

Die mechanischen Scheeren mit Hebelbewegung haben im Wesentlichen dieselbe Construction wie die früher beschriebenen Handscheeren. Man bewegt hier den drehbaren Schenkel mittelst einer Excentrik oder einer Lenkerstange mit Krummzapfen. Beide Schneiden sind entweder gerade, wobei sich dann der Schneidwinkel bei dem Gebrauch der Scheere fortwährend ändert, oder man krümmt, um diesen Mißstand zu vermeiden, die bewegliche Schneide nach einer logarithmischen Spirale.

Die Scheeren mit Parallelbewegung werden jetzt meistens angewendet, wo zu deren Bewegung eine mechanische Kraft verwandt wird; sie haben den Vortheil, daß sich der Schneidwinkel nicht ändert und so verhältnißmäßig breite Bleche damit geschnitten werden können. Die Construction besteht darin, daß eine gerade und horizontal gestellte Schneide fest liegt, während die bewegliche, in einen Scheerenwinkel von 10—20 Grad schief gestellte, Schneide sich in paralleler Richtung auf- und abbewegt. Die bewegliche Schneide wird in aufrechten Coulissen geführt. Die Hubhöhe der Scheere muß so groß sein, daß die beiden schneidenden Kanten so weit von einander entfernt werden um die dickste zu schneidende Blechsorte dazwischen bringen zu können. Länger als 25 Zoll werden die Schneidbacken selten gemacht, sind breitere Bleche zu durchschneiden, so bewirkt man dies durch mehrere hintereinander fol-

gende Schnitte. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Backen aneinander vorbei bewegen, beträgt circa 10—12 hess. Fuß ($2\frac{1}{2}$—3 Meter) pr. Minute. Die erforderliche Kraft hängt von dem Querschnitt der zu durchschneidenden Bleche ab.

Die Lochmaschinen haben eine ganz ähnliche Einrichtung wie die Scheeren mit Parallelbewegung und werden deßhalb häufig in der Art mit einander verbunden, daß auf einer Seite der Maschine die Bleche geschnitten und auf der anderen gelocht werden können. Der feste Theil der Scheere, oder Untersatz, besteht hier aus einem scharfkantigen, cylindrischen Stahlring, worauf das zu durchlochende Blech gelegt wird und in den sich ein auf- und abgehender cylindrischer Stempel hineinschiebt, wobei aus dem Blech ein entsprechendes Stück Eisen ausgedrückt wird. Man gibt dem Stempel oder dem Ring häufig eine solche Form, daß das Blech nicht gleichzeitig an allen Punkten angegriffen wird. Zu diesem Zweck schrägt man entweder den Stempel ab (siehe Fig. 84) und läßt den Untersatz eben; oder man schrägt die Unterlage (siehe Fig. 85) ab und läßt den Stempel eben. Die Anwendung der einen oder anderen Anordnung hängt davon ab, ob man das Loch oder den herausgedrückten Bolzen benützen will. Soll das Loch benutzt werden so schrägt man den Stempel ab; soll der ausgedrückte Bolzen benutzt werden, so schrägt man dagegen den Untersatzring ab. Bei dem Durchstoßen der Bleche erleidet das Eisen an der durchlochten Stelle immer eine, wenn auch geringe, Zusammenpressung, welche zur Folge hat, daß es sich der Länge nach etwas ausstreckt. Hat man in eine lange Blechtafel viele Löcher dicht neben einander zu stoßen, so zeigt es sich, daß nach vollbrachter Arbeit die Abstände der Löcher merklich größer geworden sind als sie verzeichnet waren. Um dies zu vermeiden, muß ein Loch nach dem andern gestoßen und die Entfernung für das folgende Loch immer erst dann abgemessen und verzeichnet werden, wenn das vorhergehende Loch bereits durchstoßen ist.

Wir geben in Fig. 86—89, in $\frac{1}{30}$ der nat. Größe, die Abbildungen einer Maschine zum Schneiden und Lochen starker Bleche bis zu 1 Zoll Dicke aus der Fabrik Claird & Comp. in Greenock, nach „The Engineer and Machinist's assistant. London 1854." Fig. 86 ist eine Vorderansicht der ganzen Maschine; Fig. 87 die eine Seitenansicht — mit der Scheere — und Fig. 88 die 2. Seitenansicht mit der Lochvorrichtung. In Fig. 89 ist die Ansicht der Haupttriebwelle mit dem beweglichen Scheerenstück an der einen und dem Lochstempel an der anderen Seite dargestellt. a ist das Gerüst; es besteht aus einem einzigen massiven

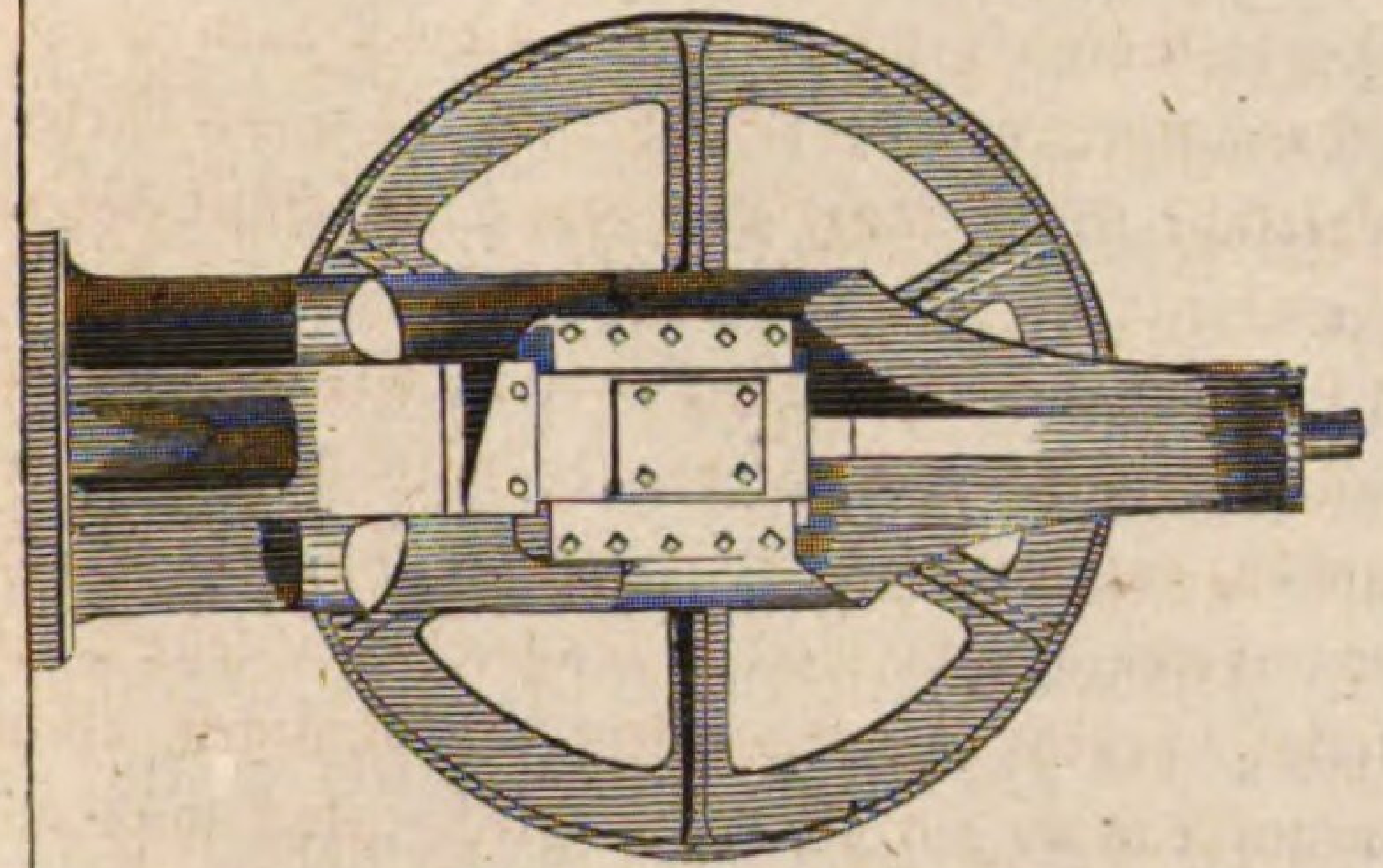
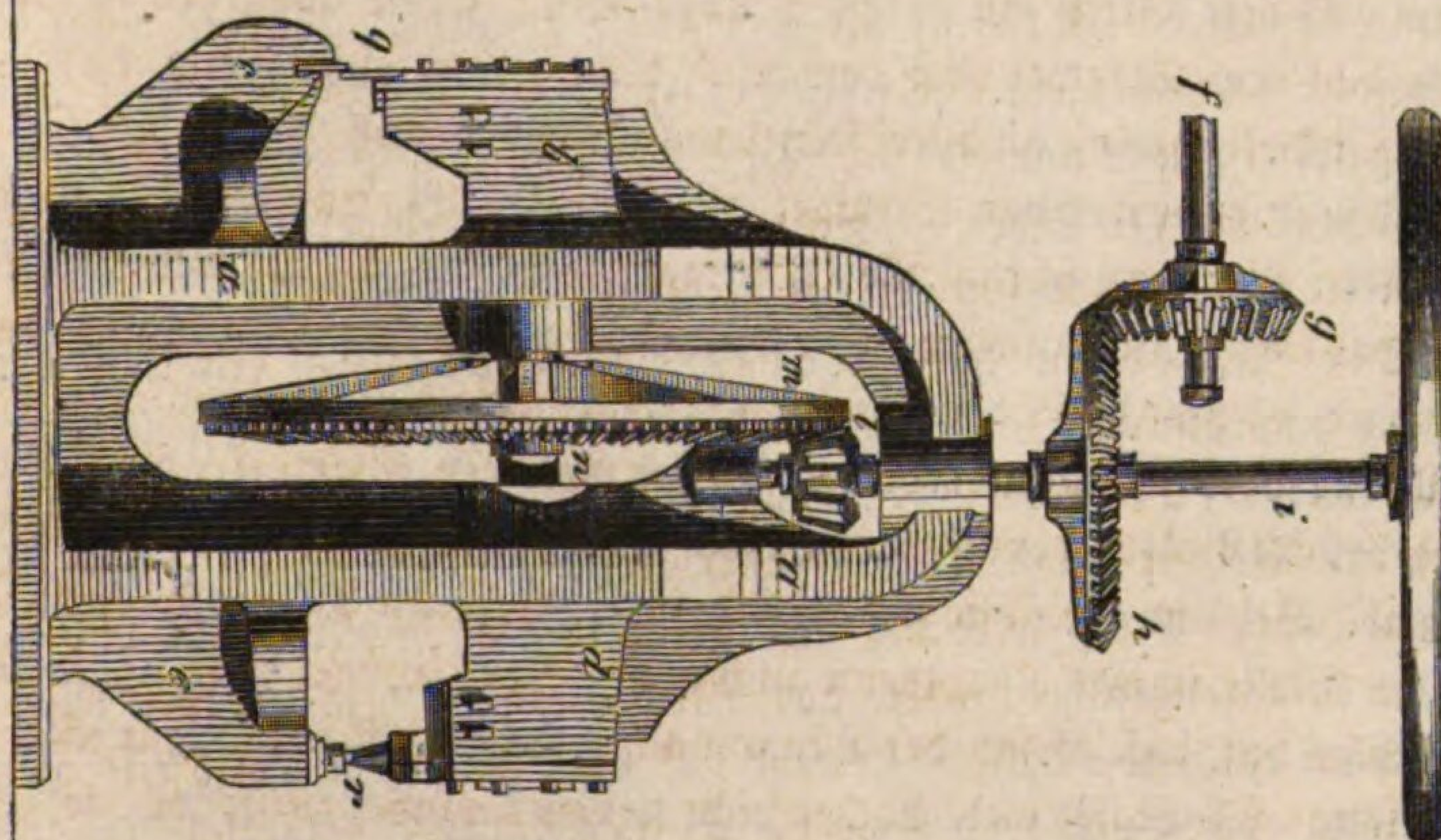
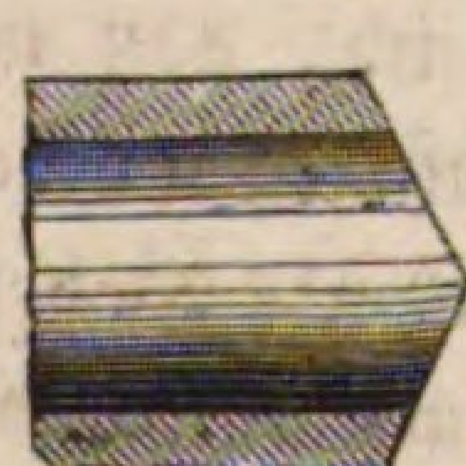

Fig. 87.


Fig. 89.


Fig. 86.


Fig. 85.

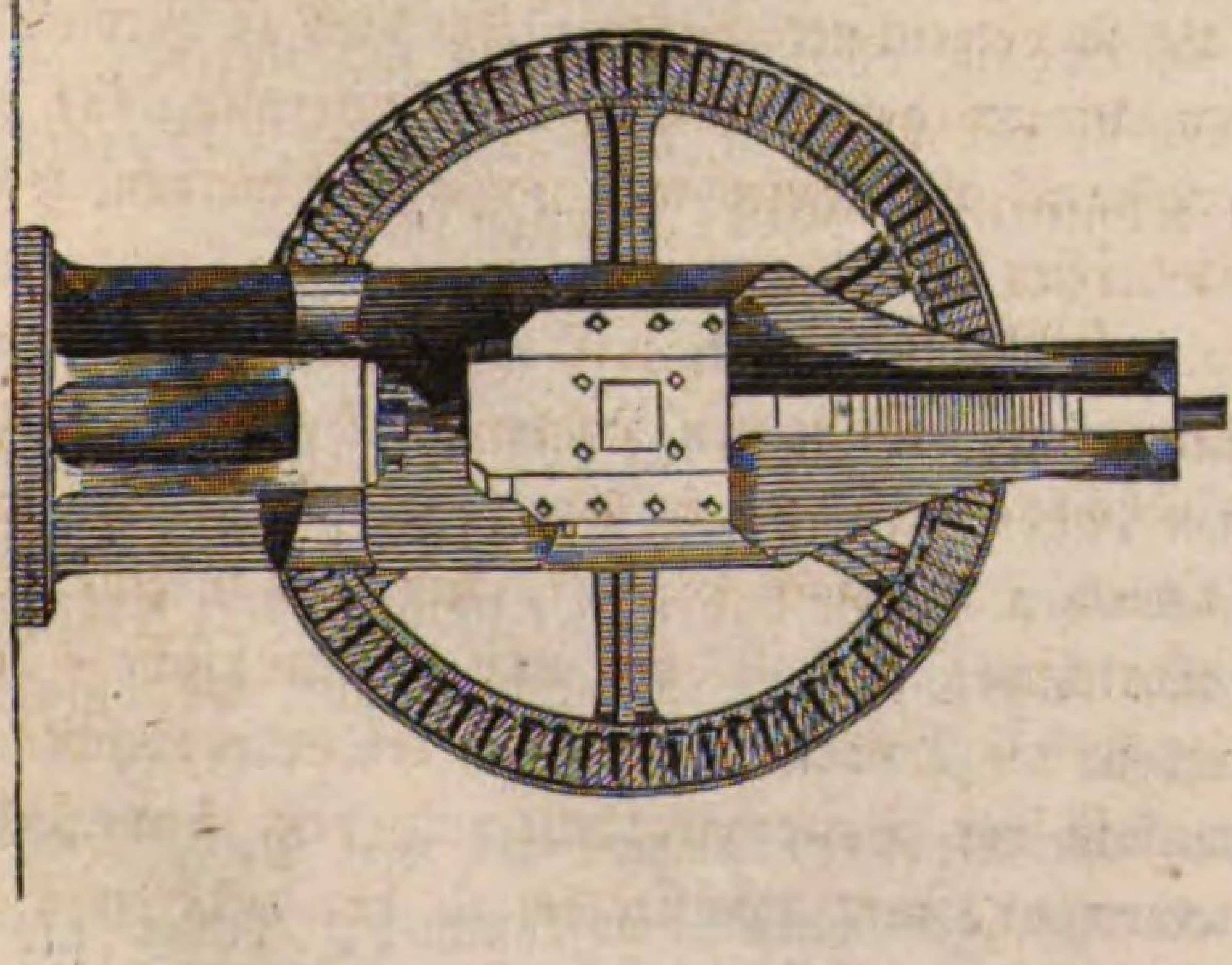

Fig. 88.


Fig. 84.

Gußstück, und enthält die Auskragungen b, c für die Scheere und d, e für die Durchstoßvorrichtung. f ist die Transmissionswelle, an welcher das konische Rad g aufgekeilt ist, mittelst dessen und dem konischen Rad h die vertikale Welle i in Umdrehungen versetzt wird. Die Welle i trägt oben das Schwungrad k. Durch den auf derselben Welle befindlichen Trieb l wird das Zahnrad m und die Triebwelle n in Bewegung gesetzt. Die Triebwelle ruht und bewegt sich in Lagern die in dem Gerüste a angebracht sind; sie ist aber an beiden Enden (siehe Fig. 89) noch mit Warzen oder excentrischen Zapfen o o versehen, welche in die Geleitstücke p p greifen. Die Warzen o o sind gerade entgegengesetzt gestellt, so daß, wenn die eine, welche die Scheere trägt, oben ist, die andere, welche den Durchstoßstempel führt, unten steht. Auf diese Weise kann das Schneiden und Lochen der Maschine nie gleichzeitig geschehen, sondern während die Scheere herniedergeht und schneidet, wird der Durchstoßstempel aufwärts geführt; und umgekehrt. Die Geleitstücke p p, an welchen der bewegliche Theil der Scheere q und der Durchstoßstempel r angeschraubt und gekeilt sind, führen sich vertikal in Coulissen des Gestells a.

Die Scheeren mit Rotationsbewegung erhalten verschiedene Anordnungen. Dieselben bestehen entweder aus einem geradlinigen Messer und einer rotirenden Scheibe, oder aus zwei rotirenden Scheiben. Bei der ersten Art wird entweder die Scheibe gedreht und das zu schneidende Blech wird auf ein geradliniges Messer gelegt und der Scheibe entgegengeführt; oder, das Blech liegt auf dem geraden Messer fest und die rotirende Scheibe bewegt sich vorwärts, dem Blech entgegen. Die Kreis- oder Circularscheeren, bei welchen sich zwei Stahlscheiben, mit auf circa 80° abgeschrägten Rändern, drehen, gegen welche das Blech angedrückt wird, lassen sich nur für dünne Blechsorten mit Vortheil verwenden. Dagegen haben sie den Vortheil, daß man nicht nur gerade, sondern auch gekrümmte Schnittlinien damit erzeugen kann.

Bohrmaschinen.

Die Handbohrmaschinen und Bohrer für Löcher, welche aus dem Vollen ausgebohrt werden, haben wir auf Seite 69—75 des ersten Theils unseres Bauschlossers beschrieben. Wir haben hier noch größere Maschinen zum Bohren aus dem Vollen und die Maschinen zum Ausbohren und Ausdrehen zu besprechen.

a. **Bohrmaschinen zum Ausbohren von Löchern aus dem Vollen.** Mit den Bohrmaschinen, wie sie gewöhnlich vorkommen, bohrt man

Löcher aus dem Vollen bis zu höchstens 2 Zoll Durchmesser. Es kommen indeß auch in besonderen Fällen, z. B. in der Geschützfabrikation, Bohrmaschinen zur Anwendung, durch die viel weitere Löcher gebohrt werden; es sind dies gewöhnlich horizontale oder liegende Maschinen, deren Beschreibung jedoch nicht hierher gehört. Die gewöhnlichen Maschinen zum Bohren von Löchern aus dem Vollen sind stehende Maschinen, bei welchen die Höhlung vertikal ausgebohrt wird. Der Bohrer ist in einer vertikalen Achse befestigt und rotirt mit derselben; auch machen gewöhnlich der Bohrer und die Achse die fortschreitende Bewegung gemeinschaftlich, während das Arbeitsstück ruhig liegen bleibt. Die Hauptbestandtheile einer solchen Bohrmaschine bilden das Gerüst, der Bohrtisch und die Bohrspindel.

Das Bohrgerüst erhält die verschiedensten Formen; es hat aber stets eine solche Gestalt, daß die Bohrspindel um ein gewisses Maaß von dem Hauptständer vorspringt, damit Arbeitsstücke von verschiedener Breite unter die Spindel gebracht werden können. Sonst muß das Gerüst so beschaffen sein, daß es vollständig fest bleibt und den einzelnen Theilen der Maschine sichere Auflagen und Drehplätzen bietet. Bei Krahnbohrmaschinen, wo der Bohrtisch wegfällt, erhält das Bohrgerüst eine eigenthümliche Construction; wir werden später ein solches Beispiel geben.

Der Bohrtisch dient dem Arbeitsstück zur Auflage und zur Befestigung während des Bohrens. Sind die Arbeitsstücke sehr groß und schwer, so läßt man den Bohrtisch weg und legt die zu bohrenden Gegenstände auf die Erde. Da oft mehrere Löcher hinter einander in einen und denselben Gegenstand gebohrt werden sollen, so müssen Anordnungen getroffen sein, daß der Bohrer leicht über jeden Punkt des Arbeitsstücks gebracht werden kann. Zu dem Zweck wird entweder: a, der Bohrtisch fest gestellt und es ist dann — wie wenn gar kein Tisch vorhanden ist, die Bohrspindel verdrehbar und verschiebbar; oder b, die Bohrspindel bleibt an derselben Stelle und der Bohrtisch erhält eine Einrichtung zum Verschieben des Arbeitsstücks. In der Regel sind die Bohrtische vertikal verschiebbar, man kann sie (mittelst Zahnstange und Kurbel, oder durch Schrauben) höher und niedriger stellen, um Gegenstände von verschiedenen Dicken darauf und unter den Bohrer bringen zu können. An dem Tisch ist ferner häufig eine Schraubenzwinge angebracht, in welche das Arbeitsstück gespannt wird. An anderen Tischen wird häufig noch eine horizontale Verschiebung angebracht, die den zu

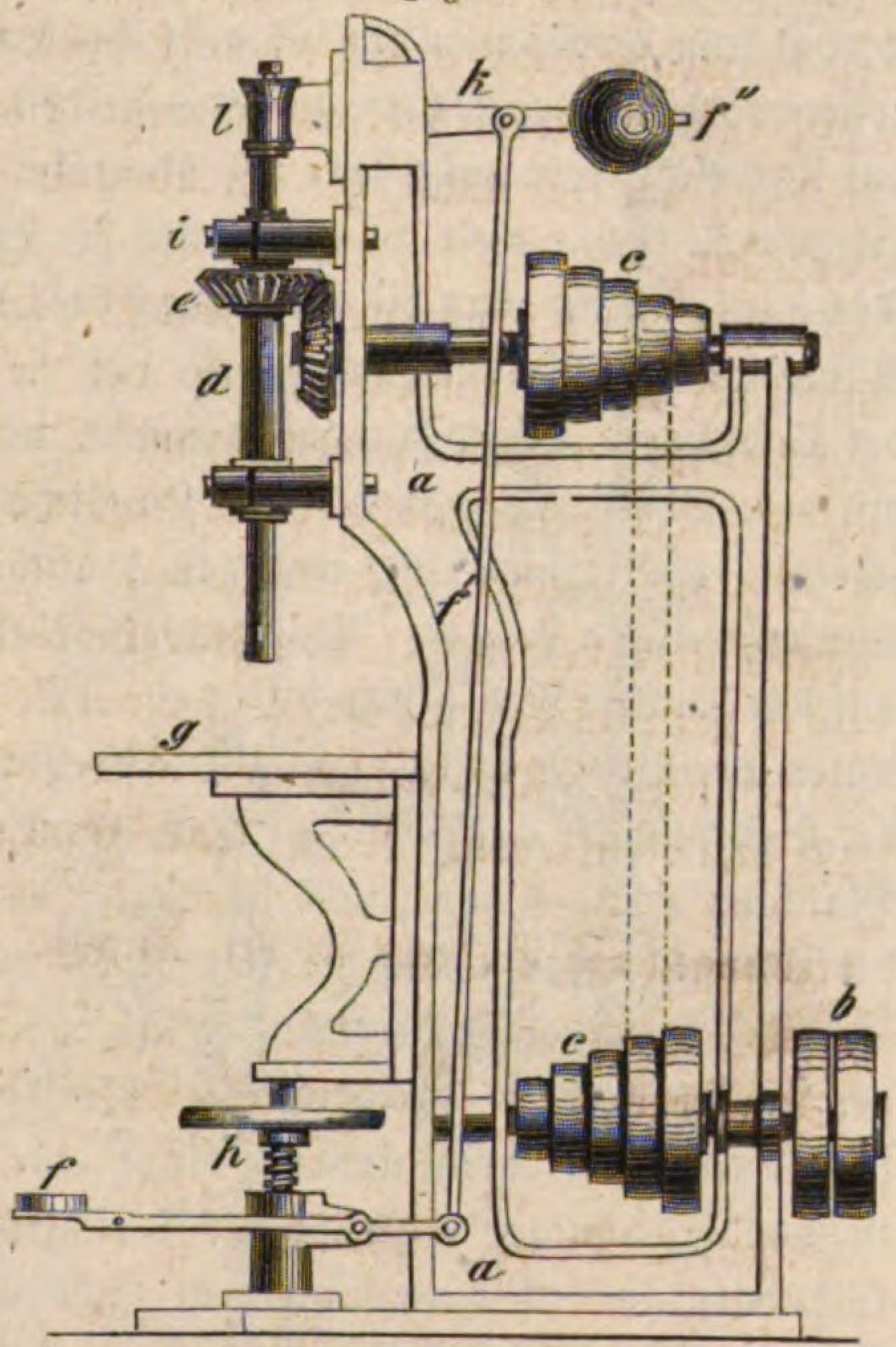
bohrenden Gegenstand trägt und mittelst deren leicht Löcher in einer geraden Linie hinter einander gebohrt werden können. Man hat auch Bohrmaschinen bei welchen der Bohrtisch aus einer horizontalen Planscheibe besteht, welche um ihre Achse gedreht werden kann; ein solcher Tisch läßt dann in der Regel drei verschiedene Bewegungen, — die horizontale Drehung um eine Achse, die horinzontale Verschiebung und eine vertikale Verstellung — zu.

Die Bohrspindel besteht aus einer vertikalen Welle, in welche unten der Bohrer eingesteckt wird und die sowohl um ihre Achse gedreht als vertikal verschoben werden kann. Die rotirende Bewegung empfängt die Spindel gewöhnliche durch konische Räder von einer horizontalen Welle, auf welcher Riemenscheiben aufgesteckt sind. Durch Anordnung von Stufenscheiben und von Rädervorgelegen — wie bei der Drehbank — ist man im Stande die Geschwindigkeit der Spindel nach Erforderniß zu reguliren. Die Geschwindigkeit des Bohrers ist für verschieden harte Metalle verschieden. Man kann annehmen, daß die Zahl der Umdrehungen des Bohrers in der Minute betragen soll: bei Stahl: $\frac{20}{d}$, Schmiedeisen $= \frac{50}{d}$, graues Gußeisen $= \frac{12}{d}$ bis $\frac{36}{d}$, weißes, hartes Gußeisen $= \frac{12}{d}$, Messing $\frac{100}{d}$. Es bezeichnet hier d den Durchmesser des Bohrers, ausgedrückt in Zollen; mit demselben sind die bemerkten Zahlen zu dividiren um beiläufig die Zahl der Umdrehungen zu erhalten, die der Bohrer in einer Minute zu machen hat. Die Anordnungen zum Fortschieben des Bohrers, nach Maaßgabe als das Bohrloch vorschreiten soll, sowie zum Zurückziehen desselben, sind mannichfach; und es wird diese Verschiebung entweder durch den Arbeiter mit der Hand, oder selbstthätig durch die Maschine verrichtet. Die Beschreibung der nachstehenden Bohrmaschinen erläutern die gewöhnlich angewandten Mechanismen zu diesem Zweck. Das Maaß, um welches der Bohrer bei jedem Umgang vorgeschoben wird, ist verschieden, je nach der Härte des Metalls und der Schärfe des Bohrers. Der Vorschub beträgt nicht weniger als $^1/_{10}$ Linie und nicht mehr als $^1/_2$ Linie für den einmaligen Umgang der Spindel.

Wir wollen nun einige Bohrmaschinen beschreiben, wodurch deren Construction noch deutlicher wird.

Fig. 90 stellt die Ansicht einer kleinen **Nasmyth'schen** Bohrmaschine dar, deren Abbildung wir aus „Buchanan Mill works and other machinery“ entlehnt haben. a ist das gußeiserne Bohrgerüste, b sind die Riemenscheiben; eine lose und eine feste. Durch letztere wird die Bewegung der Haupttriebwelle auf die Bohrmaschine übertragen. c, c sind die Stufenscheiben, mittelst deren man die Rotationsgeschwindigkeit der Bohrer nach Erforderniß reguliren kann. Auf der Achse der oberen Stufenscheibe sitzt ein konisches Rad, welches das zweite konische Rad e bewegt. Durch Letzteres wird die Spindel d, in welche unten der Bohrer eingesteckt wird, gedreht. Das konische Rad e darf nicht fest auf der Spindel d stecken, sondern es muß letztere, durch Nuthe und Feder, darin vertikal verschiebbar sein; es ist mittelst eines halsförmigen Ansatzes in dem oberen Lager i aufgehängt. Um nun einen Druck oben auf die Spindel auszuüben, so daß dieselbe beim Bohren herabgeht, dient der Tritt f mit Zugstange f'. Drückt man den Fuß auf f so wird der Hebel k gehoben und sein entgegengesetztes Ende herniedergedrückt; dasselbe wirkt dann bei l gegen den Kopf der Spindel und drückt dieselbe abwärts. Zieht man den Fuß von dem Tritt f zurück, so sinkt der Hebel k durch das Gewicht f'' wieder hernieder und zieht am anderen Ende die Spindel in die Höhe. g ist der Bohrtisch. Derselbe hängt mit dem Gerüste a durch eine schwalbenschwanzförmige Nuthe zusammen und läßt sich vertikal verschieben. Er ruht auf der Schraube h, durch welche er mittelst eines Greifrädchens gehoben und gesenkt werden kann.

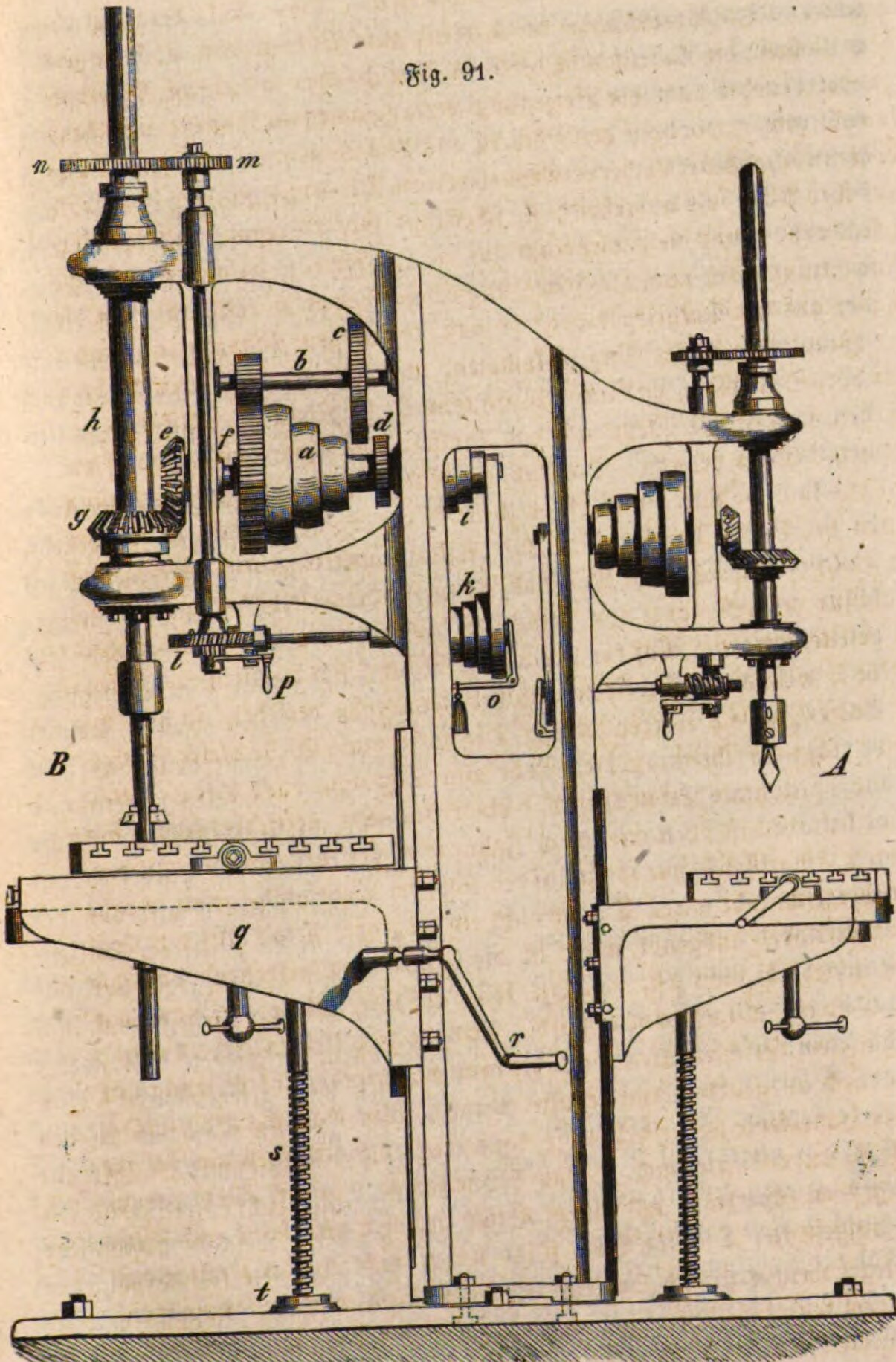
Fig. 90.



Die Fig. 91 stellt die Ansicht einer d o p p e l t e n Bohrmaschine dar. Dieselbe ist von **Ducommun & Dubied** in Mühlhausen im Elsaß construirt

und in Armangaud's Publications industrielles, Tome XII., detaillirt abgebildet. Die Vorrichtung bei A dient zum Bohren von Löchern aus dem Vollen; die Vorrichtung bei B ist ähnlich, aber mit einem Rädervorgelege versehen, um die Bewegung verlangsamen zu können, und kann sowohl zum Ausbohren von Löchern aus dem Vollen als auch zum Nachbohren vorhandener Löcher verwendet werden. Die Stufenscheibe a ist deßhalb auf ihre Achse lose aufgesteckt, sie überträgt ihre Bewegung auf die Vorgelegswelle b und diese wiederum auf die Hauptwelle, welche das konische Rad e trägt. Will man die Bewegung rascher haben, so verschiebt man die Räder auf der Vorgelegswelle, so daß sie mit den Zahnrädern d und f der Hauptwelle außer Eingriff kommen, und kuppelt die Stufenscheibe a mit dem Stirnrad f, das auf die Hauptwelle festgekeilt ist. Ist dies geschehen, so wird die Welle und das konische Rad e unmittelbar durch die Stufenscheibe a bewegt. Das konische Rad e überträgt seine Bewegung auf das konische Rad g und dieses theilt sie der Spindel h mit, an welcher unten der Bohrer befestigt ist. Die vertikal abwärts gehende Bewegung der Bohrspindel, oder ihr Vorschub, kann entweder selbstthätig durch die Maschine erfolgen, oder von der Hand des Arbeiters mittelst einer Kurbel geleitet werden. Auf der Hauptachse befindet sich die kleinere Stufenscheibe i, welche mit Scheiben verschiedener Größe versehen ist und mit der Stufenscheibe k correspondirt. Die horizontale Welle dieser Stufenscheibe trägt an ihrem anderen Ende eine Schraube ohne Ende, welche in das horizontale Schneckenrad l eingreift. Die verticale Welle des Schneckenrads l ist oben mit einem Zahnrad m versehen, welches mit dem Rad n in Eingriff steht und somit auf den Kopf der Bohrspindel wirkt, welche herniedergeschraubt wird. Damit nicht ein zu großer Druck auf den Kopf der Bohrspindel ausgeübt wird, ist die Einrichtung getroffen, daß die Stufenscheibe k nicht fest, sondern lose, auf ihrer Welle sitzt, und nur durch Reibung mitgenommen wird. Mittelst des kleinen Hebels o und angehängtem verschiebbaren Gewichte kann die erforderliche Reibung und der dadurch ausgeübte Druck regulirt werden. Will man die Bohrspindel mit der Hand senken oder heben, so kann dies auch geschehen und hierfür besteht folgende Einrichtung. Das Schneckenrad l ist mit einem darunter liegenden Sperrrad aus einem Stück gegossen und lose auf seiner Achse aufgesteckt. Dieselbe Achse trägt unten eine Kurbel p mit einem Sperrkegel, welcher in das Sperrrad eingreift. Hebt man diese Kuppelung auf, indem man den Sperrkegel aus den Zähnen des Sperrrads aushebt, so kann die vertikale Welle mit dem Zahnrad m mittelst der Hand vor-

Fig. 91.

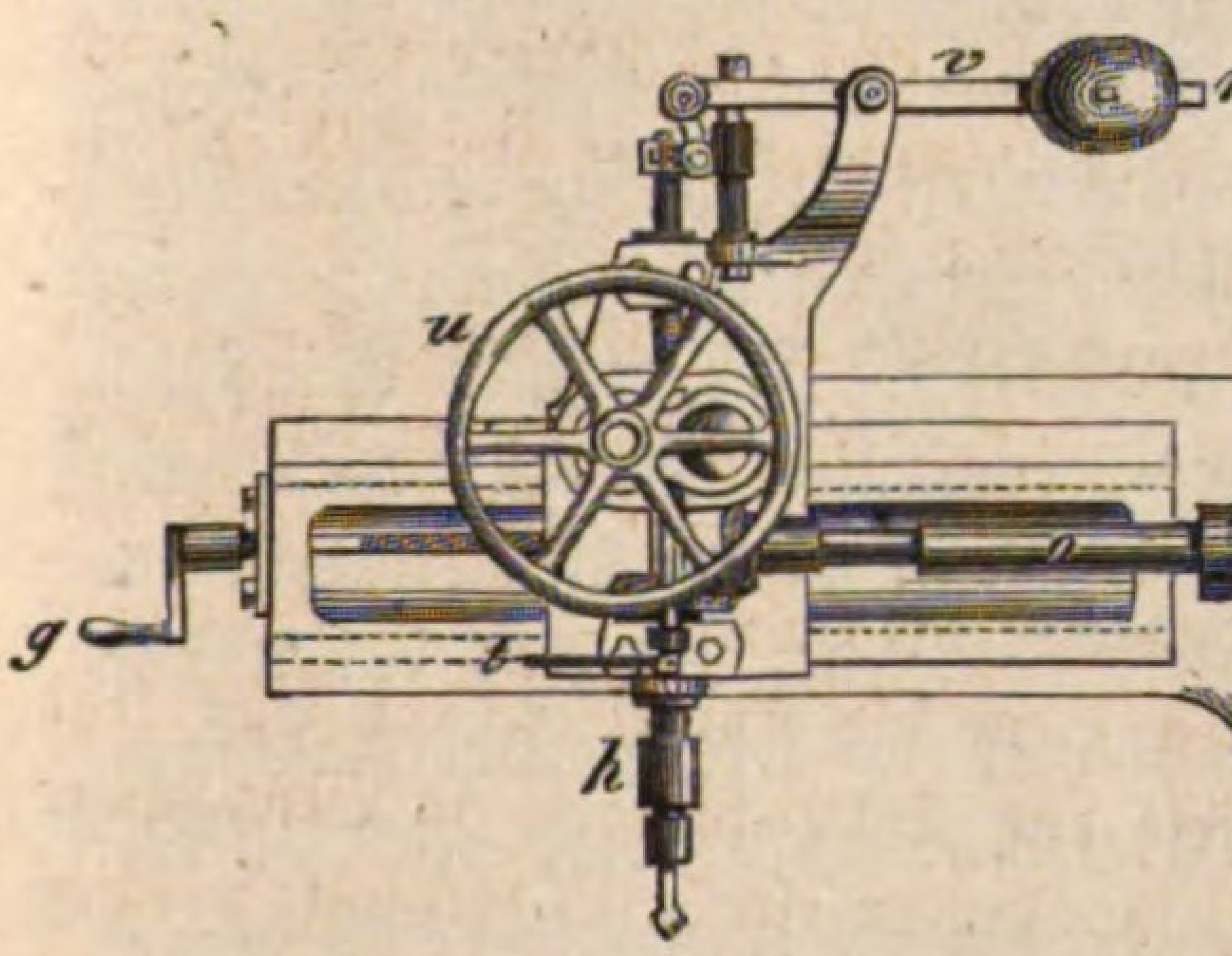


und rückwärts gedreht werden. Der Bohrtisch q ist vertikal am Gerüst verschiebbar. Um denselben zu heben oder zu senken wird die Kurbel r gedreht; dieselbe greift mittelst eines Winkelgetriebs in einen oben an der Schraube s befestigten Trieb (in der Zeichnung nicht sichtbar) und dreht somit die Schraube s herum. t ist eine in den Boden versenkte Mutter für die Schraube, worin dieselbe ihren Stützpunkt findet und auf- und abgeschoben wird. Mit der Schraube s ist oben der Bohrtisch verbunden, doch so, daß sich die Schraube drehen läßt. Der Bohrtisch hat einen verschiebbaren Rahmen, in welchen die Arbeitsstücke beim Bohren eingespannt werden können. — Die Bohrvorrichtung bei A hat im Wesentlichen dieselbe Construction wie B, nur fehlt hier das Rädervorgelege zum Betrieb der Hauptwelle, weil diese Bohrvorrichtung nur zum Bohren kleinerer Löcher aus dem Vollen benutzt werden soll.

In Fig. 92 u. 93 ist eine Krahnbohrmaschine, ebenfalls aus Armangaud's Publications industrielles entlehnt, und in $^1/_{30}$ der natürlichen Gr. dargestellt. a ist der Ständer; an demselben mittelst einer schwalbenschwanzförmigen Nuthe befestigt ist der Schieber b, welcher die Lager c, c trägt. Zur vertikalen Verschiebung des Schiebers dient die Kurbel d; dieselbe setzt eine Schraube ohne Ende und diese das Schneckenrad e in Bewegung. Auf der Achse des Schneckenrads ist im Innern ein Trieb befestigt, welcher in eine Zahnstange des Schiebers b eingreift und somit denselben hebt oder senkt, je nachdem gedreht wird. In den horizontalen Lagern, c, c ist der Ausleger f drehbar; derselbe trägt die Bohrvorrichtung, welche auf ihm horizontal verschoben werden kann, wozu die Kurbel g mit Schraube dient. Die Bewegung auf die Bohrspindel h wird von der Stufenscheibe i aus übertragen. Auf der horizontalen Welle der Stufenscheibe i sitzt nämlich das konische Rad k; dasselbe greift in ein horizontales konisches Rad, welches auf der vertikalen Welle l so steckt, daß sich die Welle mit Nuth und Zapfen vertikal darin verschieben läßt, wenn der Schieber b mit dem Ausleger f gehoben oder gesenkt wird. Das obere konische Rad der Welle l bewegt ein gleiches Rad das an der Stelle n angebracht ist und durch welches die Röhrenwelle o gedreht wird. Hierdurch wird auch, wie aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist, ein konisches Rad am anderen Ende der Welle o gedreht, welches das konische Rad der Bohrspindel in Umdrehung versetzt. Für den vertikalen Vorschub der Bohrspindel besteht folgende Anordnung. Die Bohrspindel ist in ihrem konischen Rad verschiebbar und ist an ihrem oberen Theil mit einem Schraubengewinde versehen. In diese Schraube greifen beiderseits die Schneckenräder p

und q ein. Rotirt die Bohrspindel, so dreht ihr oberes Schraubengewinde die bemerkten Schneckenräder; hält man aber die Schneckenräder fest, so muß sich die Bohrspindel verschieben. Werden die Schneckenräder nicht ganz fest gehalten, aber auch an der freien Bewegung gehindert, so wird ein Mittelzustand eintreten; d. h. die Schneckenräder werden sich langsam drehen und die Bohrspindel wird sich langsam verschieben. Um diesen Zustand nach Erforderniß zu reguliren dienen die Bremsscheiben r und s. Diese Scheiben sind von halbringförmigen Stücken umschlossen, welche

Fig. 92.



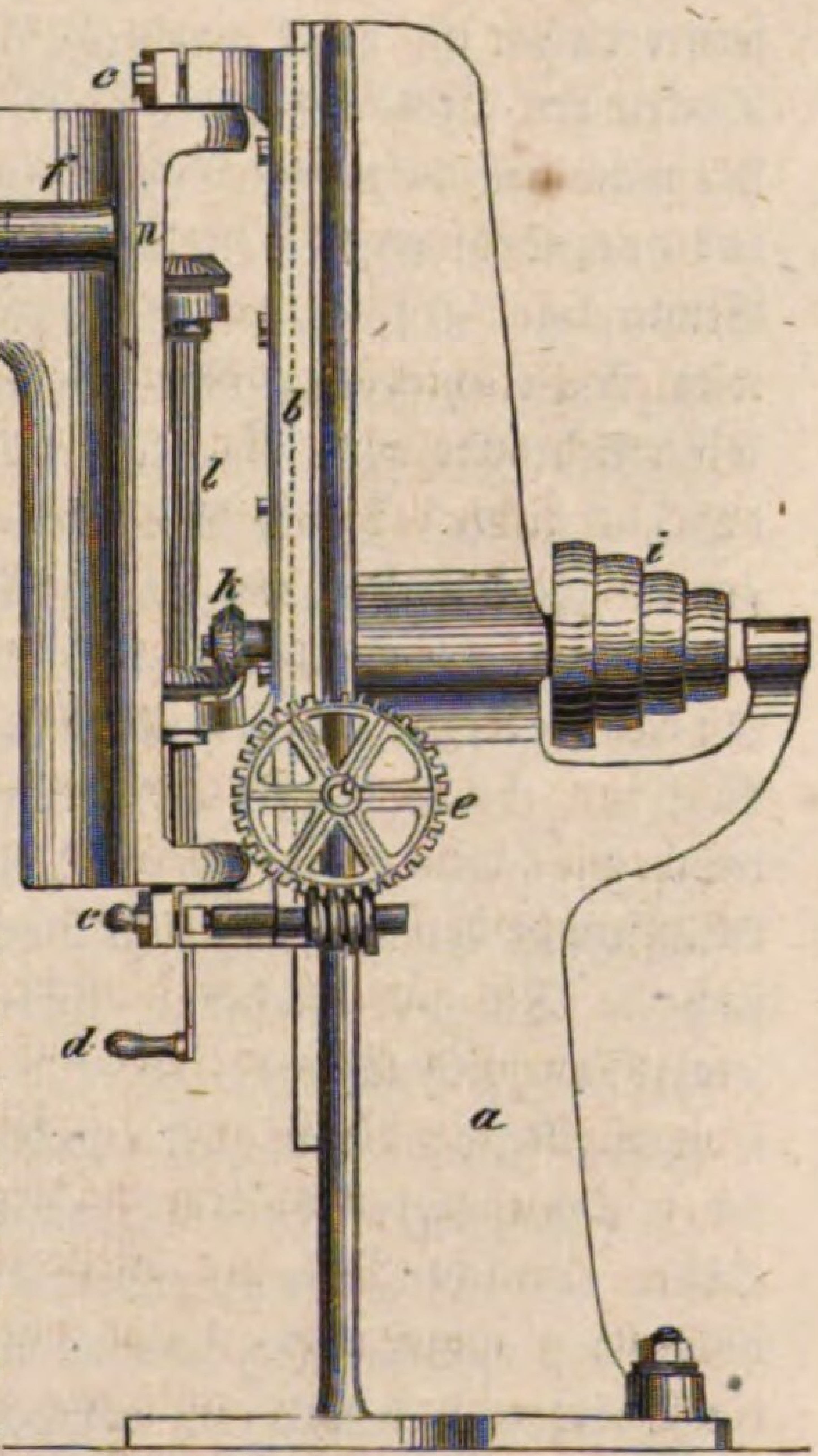
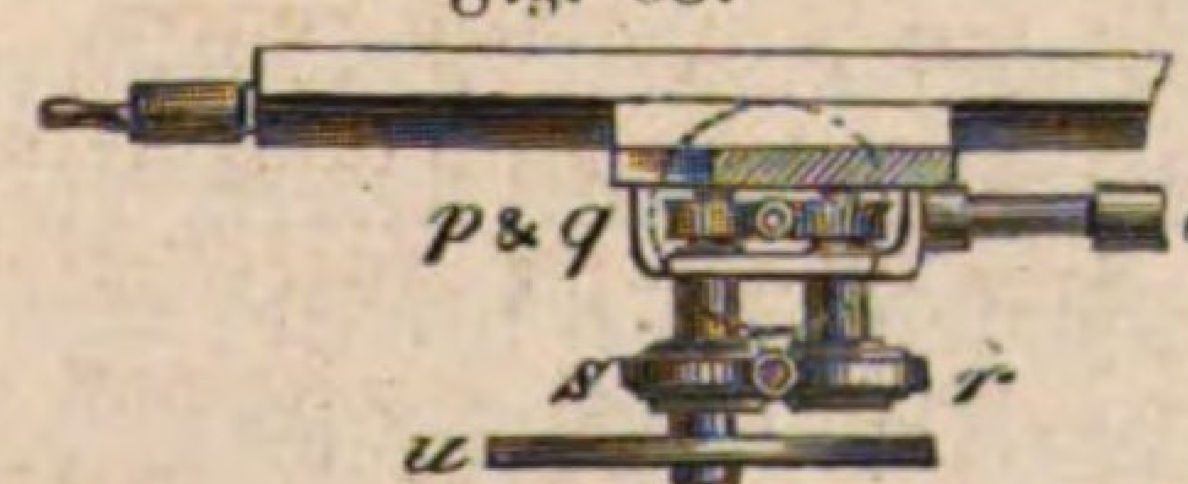


Fig. 93.



mittelst des Hebels t, dessen Achse mit Rechts= und Lingsschraube versehen ist und durch die Ringe gesteckt ist, mehr oder weniger stark angepreßt werden können. Will man sich des selbstthätigen Mechanismus zum Vorschub der Bohr=spindel nicht bedienen, so kann die Ver=schiebung auch mittelst des Rades u ge=schehen, das mit der Hand gedreht wird. Der Hebel v mit dem Gegen=gewicht w hat den Zweck die Bohrspindel wieder zurückzuziehen, wenn das Bohrloch vollendet ist.

b. **Bohrmaschinen zum Ausbohren bereits vorhandener Löcher.** Bei Aushöhlungen von größerem Durchmesser, welche nicht vortheilhaft aus dem vollen Metall ausgebohrt werden können, gibt man dem Arbeitsstück schon in der rohen Form, beim Ausschmieden oder Ausgießen, das Loch, und bohrt es dann nach, um ihm genau den verlangten Durchmesser und eine reine Fläche zu geben. Das Ausbohren geschieht entweder auf der Drehbank, oder mittelst besonderer Bohrmaschinen. Wird die Drehbank angewandt, so kann das Arbeitsstück auf der Planscheibe befestigt werden, während das schneidende Werkzeug, der Stichel, auf dem Support angebracht ist und dem sich drehenden Arbeitsstück entgegengeführt wird. Es kann aber auch das Arbeitsstück auf dem Support befestigt werden; dann wird die Bohrstange, die mit Messern versehen ist, durch das rohe Loch des Arbeitsstücks und zwischen die Docken der Drehbank gesteckt und umgedreht. Nach beiden Principien hat man auch besondere Bohrmaschinen construirt. Im ersten Fall rotirt das auszubohrende Arbeitsstück und die Messer machen die Fortschreitende Bewegung. Im zweiten Fall rotiren die Messer und das Arbeitsstück wird ihnen entgegengeführt. Noch kommt bei solchen Bohrmaschinen, wie wir bereits oben (in Fig. 91 B) gesehen haben, auch der Fall vor, daß das auszubohrende Stück fest steht und die Messer beide Bewegungen — die rotirende und die vorwärtsschreitende — machen. Die Bohrer, welche beim Ausbohren von Löchern verwendet werden, sind entweder Stichel, welche auf dem Support der Drehbank befestigt werden, oder Messer, welcher an einer Bohrstange befestigt sind. Bei kleineren Bohrern, wie solche bei der in Fig. 91, B abgebildeten Bohrmaschine zur Anwendung kommen, befestigt man die Messer unmittelbar in die Bohrstange. Die nebenstehende Figur 94 zeigt diese Befestigungsweise in vergrößertem Maaßstabe. a ist die Bohrstange durch welche das Messer b durchgesteckt mit dem Keil c befestigt wird. Man kann dann das Messer, wie in unserer Abbildung angedeutet ist, auf beiden Seiten schneiden lassen, oder auch nur auf einer Seite. Sind größere Löcher oder Aushöhlungen auszubohren, so wird über die Bohrstange a (siehe Fig. 95.) ein Bohrkopf b gesteckt und in diesen werden die Messer c eingesetzt. Die Befestigung derselben geschieht gewöhnlich durch Keile. In diesem Fall wendet man in der Regel mehr als 2 Messer auf dem Umfang an, gewöhnlich drei oder fünf. Die Geschwindigkeit womit sich die Messer, oder auch die Stichel, an der Oberfläche des Bohrlochs bewegen, soll hier etwas geringer sein als beim Abdrehen auf der Drehbank. Ebenso ist

der Vorschub kleiner. Beide Geschwindigkeiten hängen von der Härte des zu bearbeitenden Materials und davon ab, ob man einen dickeren oder dünneren Spahn abnehmen will.

Fig. 94.

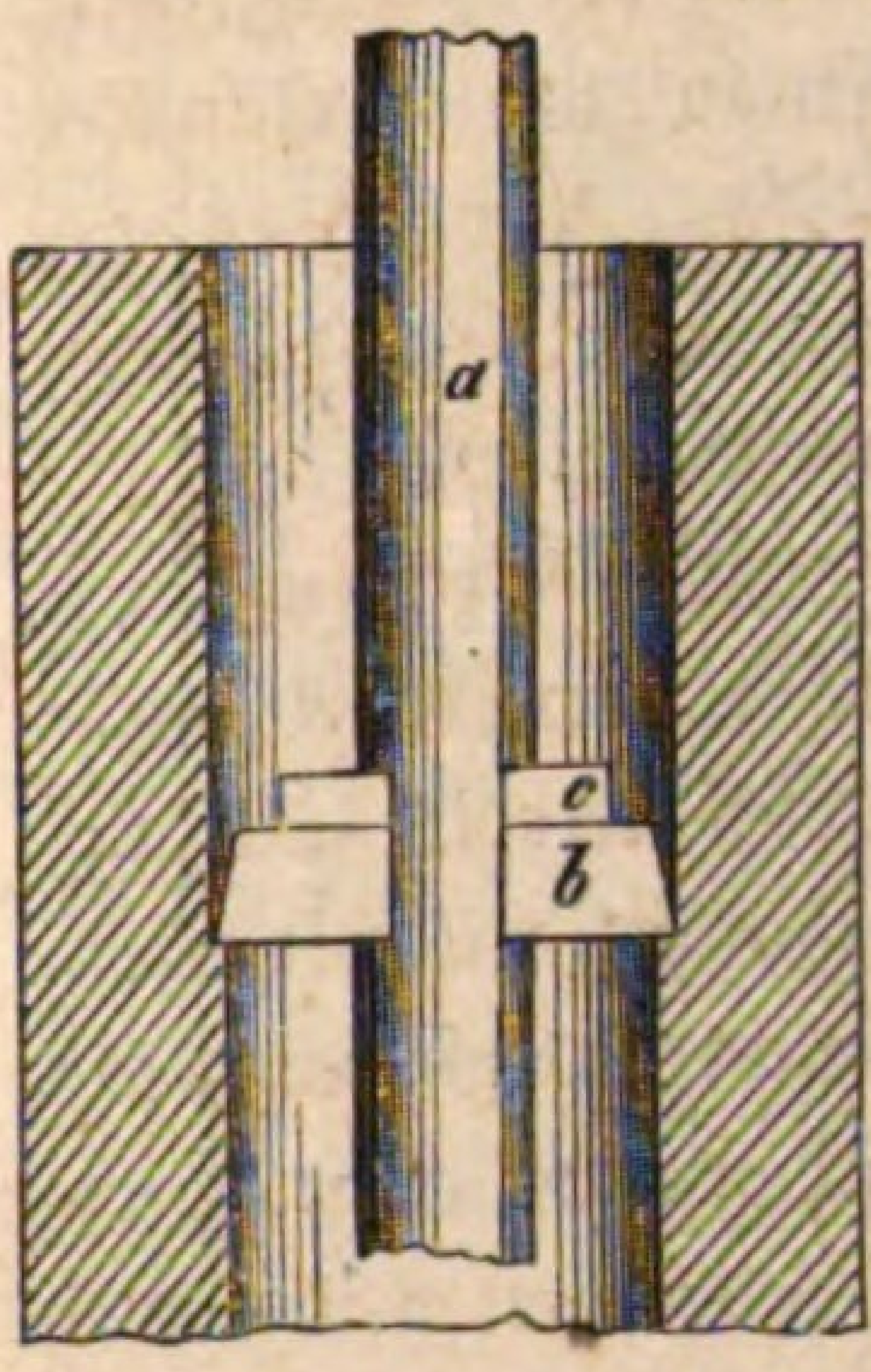
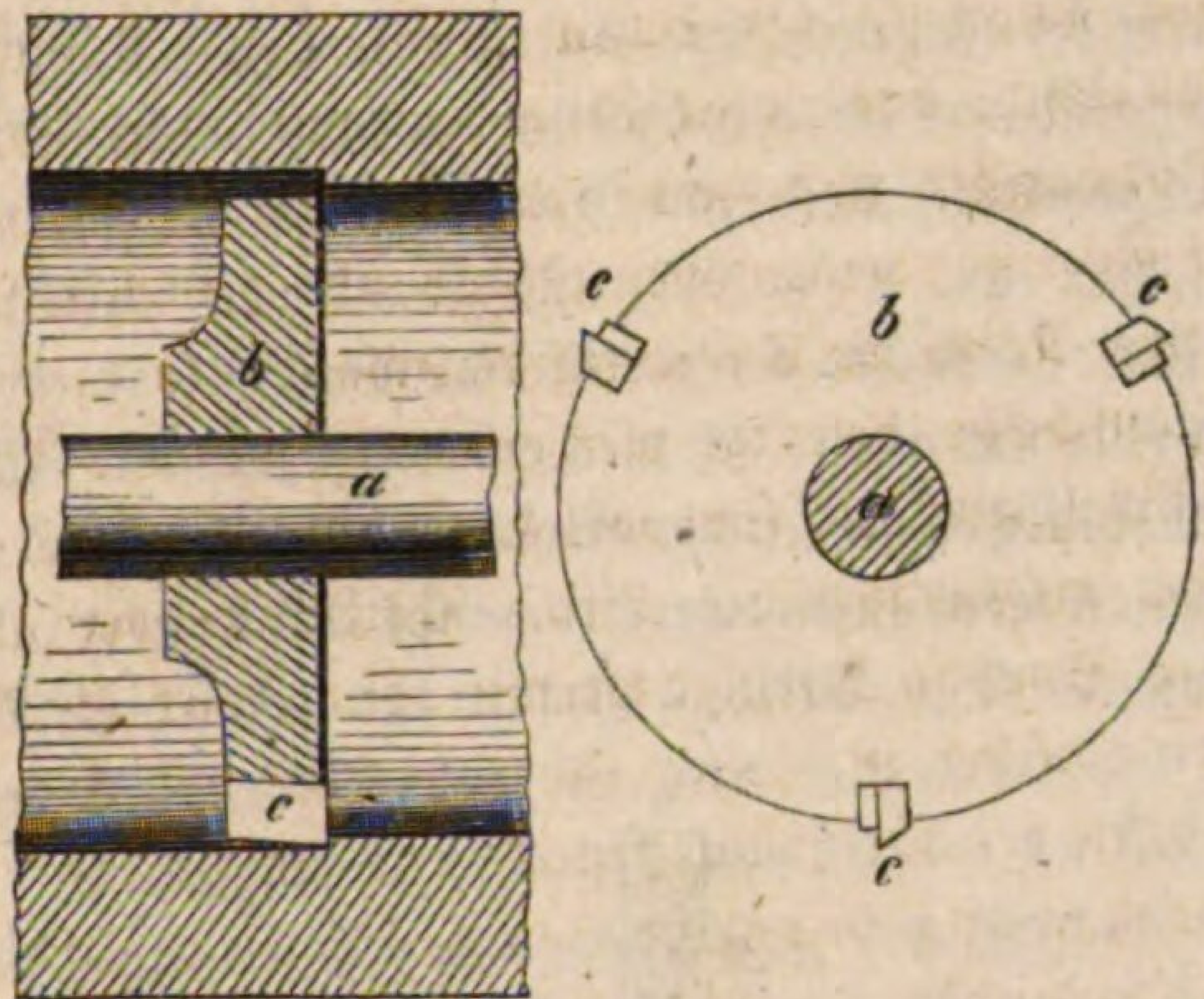


Fig. 95.



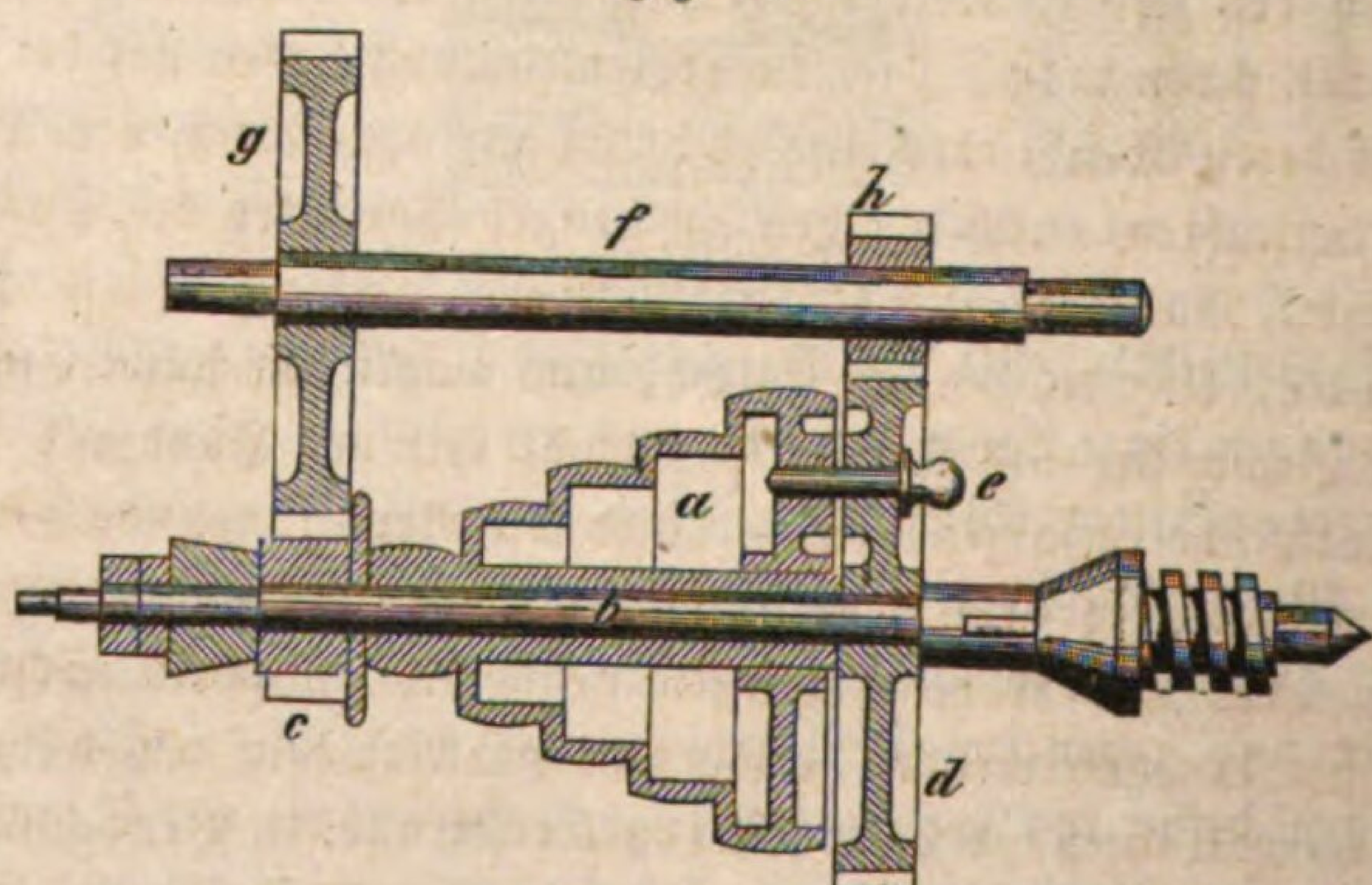
Drehbänke.

Auf Seite 82—89 des Bauschlossers I. wurden Abbildungen und Beschreibungen einer guten Fußdrehbank, eines Supports, verschiedener Drehbankfutter, Drehstähle u. s. w. mitgetheilt. Es bleibt uns hier noch das Wesentliche über Maschinendrehbänke nachzutragen.

Die Drehbankspindel, mit welcher sich das abzudrehende Arbeitsstück dreht und gegen den Drehstahl bewegt, wird hier gewöhnlich durch eine Riemenscheibe, von der Hauptbetriebswelle aus, in Bewegung gesetzt. Die Peripheriegeschwindigkeit der Arbeitsstücke beträgt beim Abdrehen von Schmiedeeisen 18—20 hess. Fuß (4,5—7,5 Meter) in der Sekunde; von Stahl 10—12 Fuß (2½—3 Meter); von hartem Gußeisen 2—4 Fuß (½—1 Meter); von grauem, weichen Gußeisen 12—24 Fuß (3—6 Meter) pro Sekunde. Die Peripheriegeschwindigkeit soll innerhalb dieser Grenzen constant bleiben; sie ist aber abhängig von dem Durchmesser der Arbeitsstücke und der Zahl der Spindelumdrehungen pro Minute. Da ferner die Geschwindigkeit der Haupttriebwelle nicht geändert werden soll, so muß das Umsetzungsverhältniß zwischen der Transmissionswelle und der Drehbankspindel, je nach dem Durchmesser des abzudrehenden Arbeitsstücks, verändert werden können. Dies bewerkstelligt man durch Riemenscheiben von veränderlichem Durchmesser; oder, bei großen Drehbänken, durch Rädervorgelege. Die Drehbankspindel ist im ersten Fall mit

einer Stufenscheibe versehen; eine ähnliche Scheibe befindet sich auf der parallelen Haupttriebwelle. Man kann nun den Treibriemen, ohne seine Länge zu verändern, leicht von einem Paar korrespondirender Scheiben auf das andere hinüberbringen, und so das Umsetzungsverhältniß ändern. Unsere Fußdrehbank auf Seite 83 des Bauschlossers I. ist mit einer ähnlichen Stufenscheibe für die Treibschnur versehen. Die in Fig. 97 u. 98 abgebildete Drehbank ist mit Vorlagsrädern versehen. Man wendet dieselben an, wenn Gegenstände von sehr großem Durchmesser abzudrehen sind, bei welchen der erforderliche Druck zur Umdrehung der Spindel sehr breite und starke Riemen erfordern würde. Die Rädervorgelege sind gewöhnlich in folgender Weise construirt; siehe beistehende Fig. 96. Die zusammenhängenden Stufenscheiben a stecken lose drehbar auf der Spindel b. Der Trieb c ist mit den Stufenscheiben fest verbunden und

Fig. 96.



dreht sich also stets mit denselben. Dagegen ist das Zahnrad d auf der Spindel festgekeilt und macht mit dieser gleiche Umdrehungen. Für raschere Umdrehungen der Spindel, wenn nämlich ein Arbeitsstück von kleinerem Durchmesser aufgesteckt ist, bedient man sich der Stufenscheibe zur unmittelbaren Bewegung der Spindel. Zu dem Zweck kuppelt man durch den Stift e das Zahnrad d mit den Stufenscheiben a. Wird ein Arbeitsstück von großem Durchmesser aufgesteckt und man will die Umdrehungen der Spindel verlangsamen, so zieht man den Stift e aus und bringt den Trieb c mit dem auf der parallelen Welle f befindlichen Vorgelegsrad g in Eingriff. Es ist nun leicht ersichtlich, daß wenn die Stufenscheibe durch den Treibriemen von der Haupt-Triebwelle aus in Umdrehungen versetzt wird, sich dieselbe mit dem Trieb c lose auf der Spindel

a dreht; durch den Trieb c wird aber das Vorgelegsrad g und so auch der auf der Welle f aufgekeilte Trieb h gedreht. h steht aber mit dem Zahnrad d, welches auf der Spindel festsitzt, in Eingriff, und setzt somit die Spindel in verlangsamte Umdrehungen. Man bringt zuweilen, — um die Geschwindigkeit der Spindel noch mehr zu verlangsamen, — noch eine zweite Vorgelegswelle auf der anderen Seite der Spindel an, die mit entsprechenden Zahnrädern versehen ist, welche nach Bedürfniß eingerückt oder ausgelöst werden können.

Wir haben bereits im ersten Theil des Bauschlossers (S. 88) bemerkt, daß die Führung des Drehstahls oder Stichels entweder von der Hand des Arbeiters oder mittelst der Supporteinrichtung geschieht, und daß man die letztere Einrichtung dann anwendet, wenn Gegenstände genau cylindrisch gedreht werden sollen, oder wenn ein stetiges, geradliniges Vorrücken des schneidenden Werkzeugs, wie z. B. beim Schraubenschneiden 2c. stattfinden muß. Die Supporteinrichtung haben wir bei der Fußdrehbank bereits beschrieben und es bleibt nur noch übrig, den Mechanismus zu betrachten, durch welchen ein stetiges Vorrücken des Supports bewirkt wird. Man bedient sich hierzu entweder einer Zahnstange mit Getriebe, oder einer Schraube, und wählt eine solche Einrichtung, daß die Bewegung des Supports sowohl mit der Hand als durch die Drehbankspindel erfolgen kann. Wird die Bewegung von der Spindel aus übertragen, so kann dies entweder mittelst Schnur- oder Riemenscheiben, oder mit Rädervorgelegen geschehen. Werden Schnur- oder Riemenscheiben angewendet, so hat dies den Vortheil, daß wenn plötzlich ein größerer Widerstand beim Drehen eintreten sollte, die Schnur rutschen kann, und somit ein langsameres Vorrücken des Stichelhauses statt findet. Muß aber das Vorrücken stets genau in gleichem Maße — wie z. B. beim Schraubenschneiden — geschehen, so muß die Uebersetzung der Bewegung von der Spindel auf den Schiebmechanismus des Supports durch Zahnräder erfolgen. In vielen Fällen verbindet man bei den Drehbänken beide Einrichtungen und benutzt sie nach Erforderniß.

Soll der Support durch Zahnstange mit Getrieb bewegt werden, so ist die Einrichtung im Wesentlichen folgende. (Die in Fig. 97 und 98 dargestellte englische Drehbank gibt ein Beispiel hierfür). Auf dem Bett a der Drehbank ruht der Support A, welcher nach der ganzen Länge des Betts verschoben werden kann und an dem, in Lagern hängend, eine kleine Welle mit Getrieb angebracht ist. Der Trieb greift in eine Zahnstange u, welche längs des Bankbetts hinläuft. Wird der Trieb gedreht, so ver-

schiebt sich der damit zusammenhängende Support. Dieser Trieb wird von der Spindel aus in Umdrehungen versetzt. Es befindet sich nämlich auf der Welle desselben ein zweites Zahnrädchen, das mit einem Trieb in Eingriff steht welcher an einer zweiten Welle des Supports aufgesteckt ist. Diese letztere Welle trägt ein Schneckenrad y, welches durch eine Schraube ohne Ende bewegt wird. Die lange Welle z dieser Schraube wird durch konische und andere Zahnrädchen von der Spindel aus bewegt. Zwei konische Rädchen r' und s' sitzen lose auf der Welle z und drehen sich nach entgegengesetzten Richtungen, wodurch man im Stande ist dem Support eine vorwärts oder rückwärts gehende Bewegung zu ertheilen, je nachdem man das eine oder andere mittelst der verschiebbaren Kuppelung k' mit der Welle kuppelt. Das konische Rad s' ist mittelst einer Hülse auf die Welle z geschoben und wird durch das Rädchen d' in Umdrehung versetzt. Das Rädchen d' steht mit einem Getriebe in Eingriff, auf dessen Welle eine Stufenscheibe f' sitzt, welche von der Stufenscheibe g' bewegt wird. Letztere wird durch Zahnräder von der Spindel aus gedreht. Das oben erwähnte Schneckenrad y läßt sich mittelst eines Hebels so auf seiner Welle verschieben, daß es außer Eingriff mit der Schraube kommt. In diesem Fall wird dann der Support nicht mehr durch die Spindel bewegt, und es ist ermöglicht, denselben mittelst einer kleinen Kurbel c, durch die Hand des Arbeiters zu verschieben.

Soll der Support durch eine Schraube und Mutter bewegt werden, so wird parallel mit dem Bett der Drehbank eine Leitspindel angebracht, welche ihre Bewegung von der Hand des Arbeiters mittelst einer Kurbel, oder von der Drehbankspindel aus empfängt. An dem Support ist die entsprechende Schraubenmutter befestigt, welche sich nicht dreht und die sammt dem Support verschoben wird, wenn sich die Leitspindel in derselben umdreht. Die Bewegung kann von der Drehspindel auf die Leitspindel des Supports entweder mittelst Stufenscheiben und Riemen, oder durch Räderwerk übertragen werden. Auch hier ist dafür gesorgt, daß die Leitspindel in beliebiger Richtung gedreht werden kann, was durch Wechselräder geschieht, die mittelst eines Hebels auf ihrer Achse verschoben werden können. Man kann auch den Support dadurch verschieben, daß man die Leitspindel in Ruhe läßt und die mit dem Support lose befestigte Mutter dreht; die Mutter erhält dann Zähne an ihrem Umfang, wie ein Schneckenrad, in welche eine Schraube ohne Ende greift die durch ein auf derselben Achse angebrachtes Getriebe und Zahnrad, und mittelst einer Handcurbel, in Bewegung gesetzt wird.

Man kann in allen Fällen die Supportverschiebung langsamer und schneller geschehen lassen. Bei der Uebertragung der Bewegung von der Drehbankspindel durch Räderwerke, geschieht dies mittelst verschiedener Zwischenräder, die eingelegt werden. Bei der Uebertragung mit Schnur- oder Riemenscheiben sind durch die verschiedenen Durchmesser dieser Scheiben verschiedene Uebersetzungsverhältnisse herzustellen. Empfängt der Support die Bewegung durch die Handcurbel so hat es der Arbeiter in der Macht, durch langsameres oder schnelleres Drehen, die Verschiebung beliebig zu reguliren.

Die Figuren 97 und 98 stellen eine aus dem „Engineer and Machinist's assistant" entnommene Zeichnung einer englischen Drehbank, in $1/12$ der natürlichen Größe, dar. Fig. 97 ist der Grundriß und Fig. 98 die Ansicht, wobei die Spitzdocke, wegen Mangel an Raum, weggelassen ist. Die Drehbank ist auch zum Schraubenschneiden eingerichtet. a ist das Bett der Drehbank, welches auf Füßen b ruht. c ist die Spindeldocke, d die Spindel, e die Vorgelegswelle, welche in den beweglichen Lagern f, f ruht und durch die Stange g ausgerückt werden kann, wenn das Vorgelege nicht zur Verlangsamung der Spindelbewegung benutzt wird. h ist die Stufenscheibe und i, k, l sind Vorgelegsräder für die Spindelbewegung. n ist der Träger für die Kernspitze der Spindel. h' ist ein Gerüststück zum Tragen der Vorgelegsräder. o ist die Grundplatte des Supports, p das Stichelhaus, welches drehbar ist, mittelst einer Schraube festgestellt und auf einem Schlitten verschoben werden kann. Mittelst der Kurbel q wird das Gerüst p gegen die Grundplatte o verschoben. r Kurbel, um das Stichelhaus mit seinem Schlitten s zu verschieben. t Kurbel, um den Support mittelst der Zahnstange u zu verschieben. v ist die Leitspindel und n die Mutter derselben. x ist ein Hebel, um die Mutter w anzudrücken. Bei dieser Drehbank dient die Leitspindel v zum Schraubenschneiden. Zu diesem Zweck wird die Zahnstange mit Getrieb außer Thätigkeit gesetzt, indem das Schneckenrad y außer Eingriff mit seiner Schraube ohne Ende (welche auf der Welle z sitzt) gebracht wird. Die Verbindung der Spindel d mit der Leitspindel v wird sodann durch Rädervorgelege vermittelt.

Die Drehbänke sind häufig noch mit mancherlei, oft sehr sinnreichen, Vorrichtungen versehen, um sie zu den mannigfaltigsten Verrichtungen, wie zum Fräßen, Plandrehen, Bohren 2c. bequem verwenden zu können. Wir können unmöglich alle diese verschiedenen Vorrichtungen hier be-

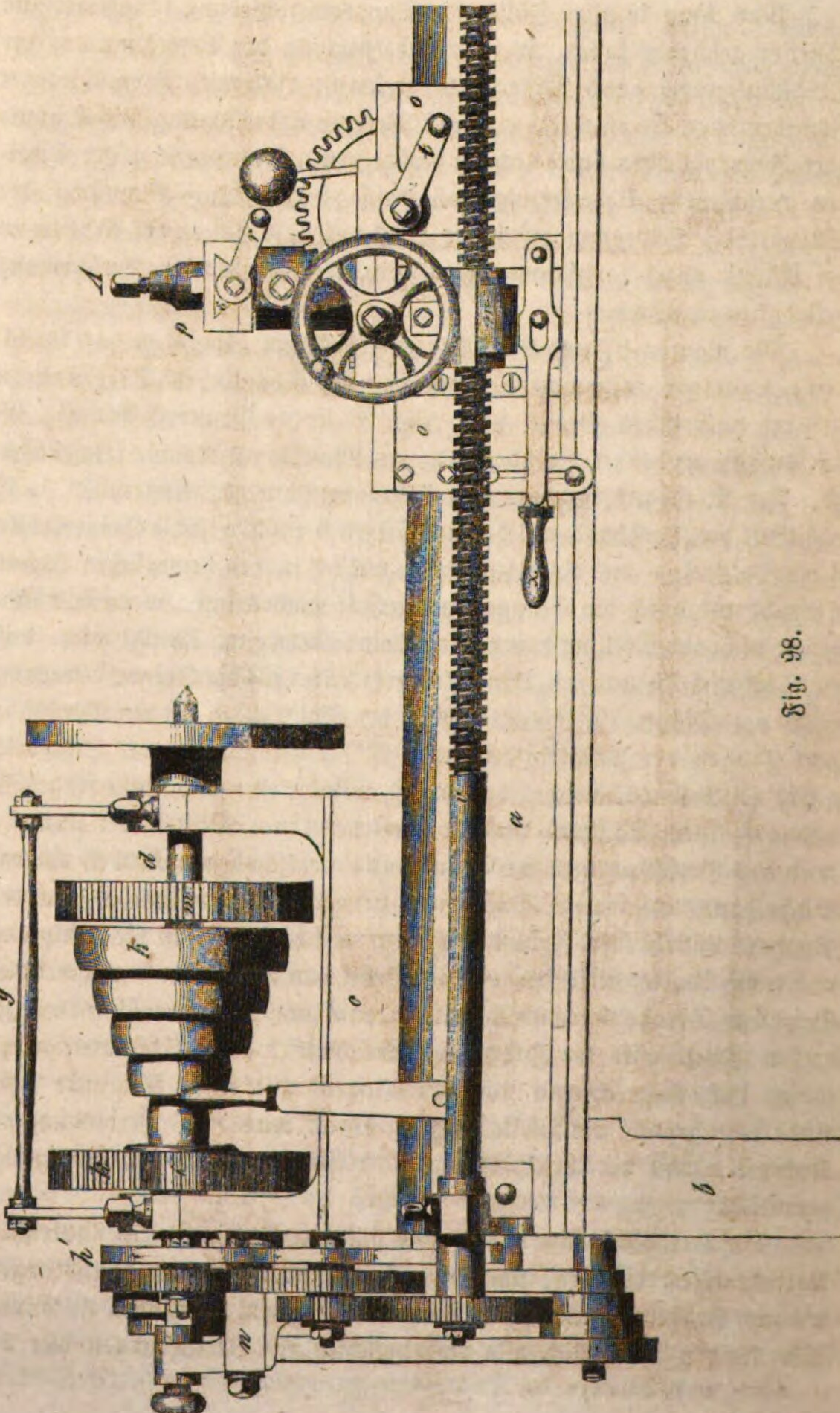


Fig. 98.

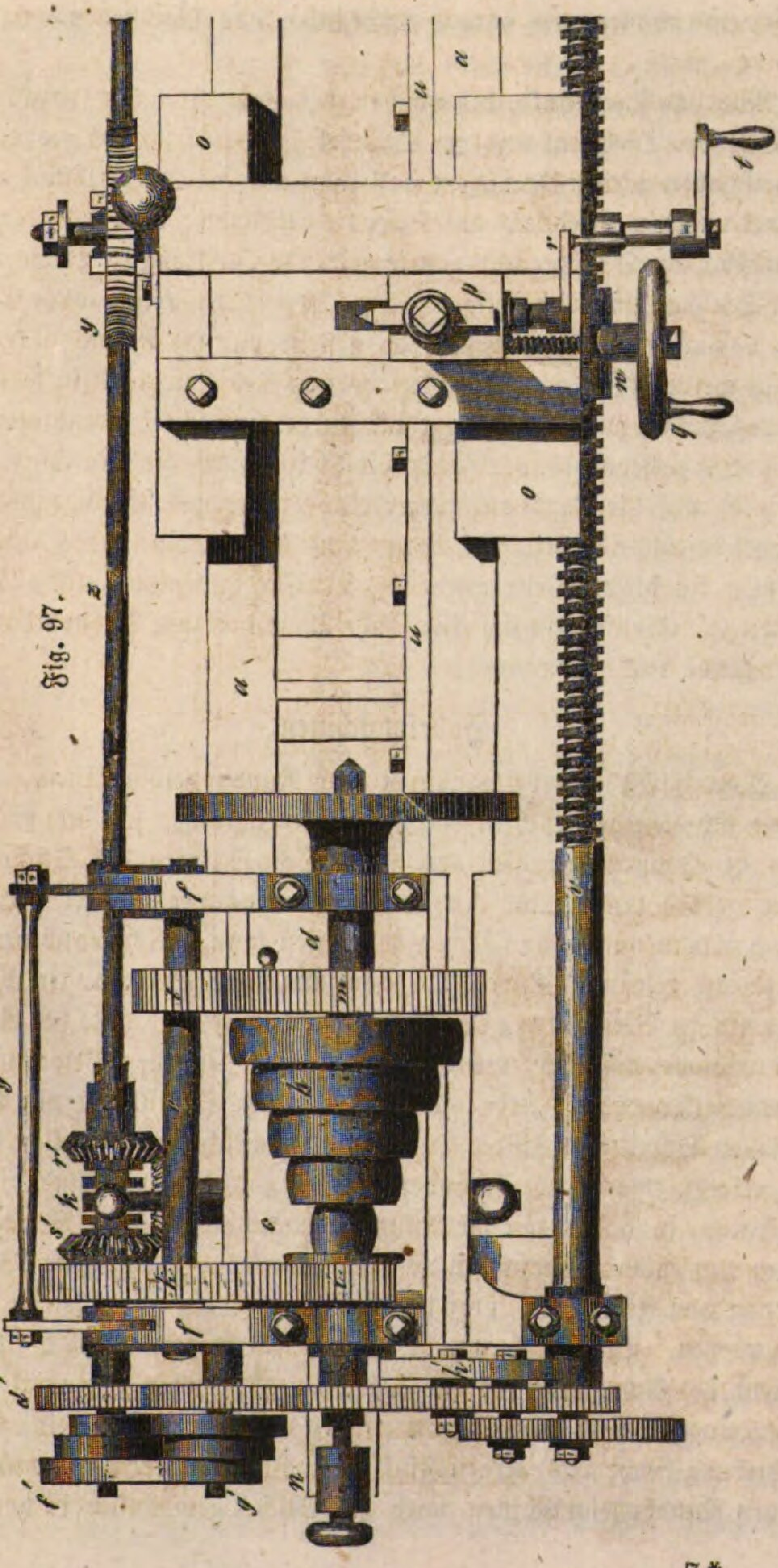


Fig. 97.

sprechen und müssen uns darauf beschränken das Nachstehende noch anzuführen.

Man hat Drehbänke, bei welchen der Support nicht parallel mit dem Bett der Drehbank und der Spindel, sondern senkrecht gegen dieselben verschoben wird. In diesem Fall kann man das Arbeitsstück auf der Spindel und den Drehstahl am Support befestigen; oder man kann das Arbeitsstück am Support und das schneidende Werkzeug (z. B. die Fräße) an der Drehbankspindel befestigen. Der Support erhält eine solche Einrichtung, daß er in verschiedene Höhen gestellt und die Arbeitsstücke daran befestigt werden können. Die Verschiebung des Supports in senkrechter Richtung zur Spindelachse erfolgt mit Kurbel und Triebvorrichtung durch die Hand des Arbeiters, oder auch selbstthätig durch die Maschine. Setzt man z. B. auf die Drehbankspindel eine Fräße, und schiebt das an dem Support befestigte Arbeitsstück daran hin, so wird eine ebene Fläche abgefräßt. In dieser Weise werden z. B. Schraubenköpfe und Muttern bearbeitet. Ebenso läßt sich eine solche Maschine zum Ausbohren hohler Gegenstände leicht verwenden.

Hobelmaschinen.

Man hat Planhobelmaschinen und Rundhobelmaschinen. Unterscheiden sich dieselben auch in Form und Einrichtung, so sind die Principien der Construction dieselben. Die Schneidlinien des Stichels sind immer gerade Linien und sind stets unter einander parallel. Hieraus folgt, daß man nur solche Flächen bearbeiten kann, welche entweder eben, oder einfach gekrümmt sind. Die vorkommenden Bewegungen bestehen in gradliniger Verschiebung des schneidenden Werkzeugs oder des Arbeitsstücks während des Schneidens, und in einer seitlichen Bewegung des Schneidwerkzeugs oder Arbeitsstücks nach jedem Schnitt und vor Beginn des neuen Schnitts. Ist die Leitlinie, nach welcher diese seitliche Bewegung erfolgt, eine gerade, so haben wir die Planhobelmaschine, bildet sie eine Curve, so haben wir die Rundhobelmaschine. Diese Bewegungen können nun entweder sämmtlich von dem schneidenden Werkzeug (Stichel), oder von dem Arbeitsstück, oder theilweise von diesem und jenem ausgeführt werden. Bei den Planhobelmaschinen steht gewöhnlich der Stichel während des Schneidens fest und das Arbeitsstück wird horizontal darunter hergezogen; nach dem Schnitt erfährt dann der Stichel eine Seitenverschiebung bevor das Arbeitsstück abermals darunter hergezogen wird. Bei den Rundhobelmaschinen wird der Stichel gewöhnlich in horinzon-

taler gerader Linie beim Schneiden verschoben und das Arbeitsstück wird entweder in gerader oder in krummer Linie seitlich verschoben. Ganz nach denselben Principien wie die Rundhobelmaschinen sind die Nuthenstoßmaschinen construirt, bei welchen jedoch der Stichel in vertikaler Linie auf- und abgeführt, dagegen das Arbeitsstück horizontal verschoben wird.

Planhobelmaschinen. Die wichtigsten Theile derselben sind: a, der Schlitten mit dem Mechanismus zur gradlinigen Vorwärts- und Rückwärtsbewegung; b, der Support mit dem Stichelhalter und dem Mechanismus zur Verschiebung des Stichels. Wir wollen zunächst die Figur 99 betrachten und dann einzelne Theile näher besprechen.

Figur 99 stellt eine Planhobelmaschine in perspektivischer Ansicht dar, bei welcher der Meißel fest steht und das Arbeitsstück bewegt wird. Dieselbe ist von **Nasmyth, Gaskell & Comp.** construirt und Buchanan's illustrations of mille works and other machinery entlehnt. Es ist a das feste Bett, von circa 11 Fuß (2³/₄ Meter) Länge, über welchem sich der Schlitten (Arbeitstisch) b hin und her verschieben läßt. Diese Verschiebung geschieht durch eine der weiter unten beschriebenen Vorrichtungen. Der Schlitten selbst dient zur Unterlage und Befestigung des Arbeitsstücks; er ist genau eben und führt sich in prismatischen Rippen auf dem Bett. Die Räderwerke zur Verschiebung des Schlittens sind hier so eingerichtet, daß er mit größerer Geschwindigkeit nach vollbrachtem Schnitt, als während desselben, zurückkehrt. c, c sind die beiden mit dem Bett verbundenen festen Seitenständer, an welchen sich die aufrechten Falze oder Führungen d′, d′ befinden. In diesen Führungen läßt sich der horizontale Querbalken d vertikal nach Belieben herunterlassen oder heben; je nachdem dies das untergelegte Arbeitsstück erfordert. Diese Verschiebung wird mittelst des Greifrades h′ und der Schraube h bewerkstelligt, welch Letztere sich in einer Nuthe des Hintertheils vom Querbalken d dreht. Auf dem Querbalken d ist ein Schieber e mit dem Stichelgehäuse angebracht. Mittelst der Schraube f und der Kurbel f′ kann somit der Meißel (oder Stichel) g in die geeignete Stellung gebracht, und nach jedem Schnitt seitlich verschoben werden. Der Bewegungsmechanismus für den Schlitten b ist hier nicht sichtbar. Die Ingangsetzung der Maschine erfolgt durch Ueberlage eines Treibriemens auf die Riemenscheibe, welche die Triebwelle in Bewegung setzt. Der Tisch oder Schlitten b, auf welchen der zu bearbeitende Gegenstand gelegt wird, hat eine große Zahl von viereckigen Löchern, durch welche Klammern und

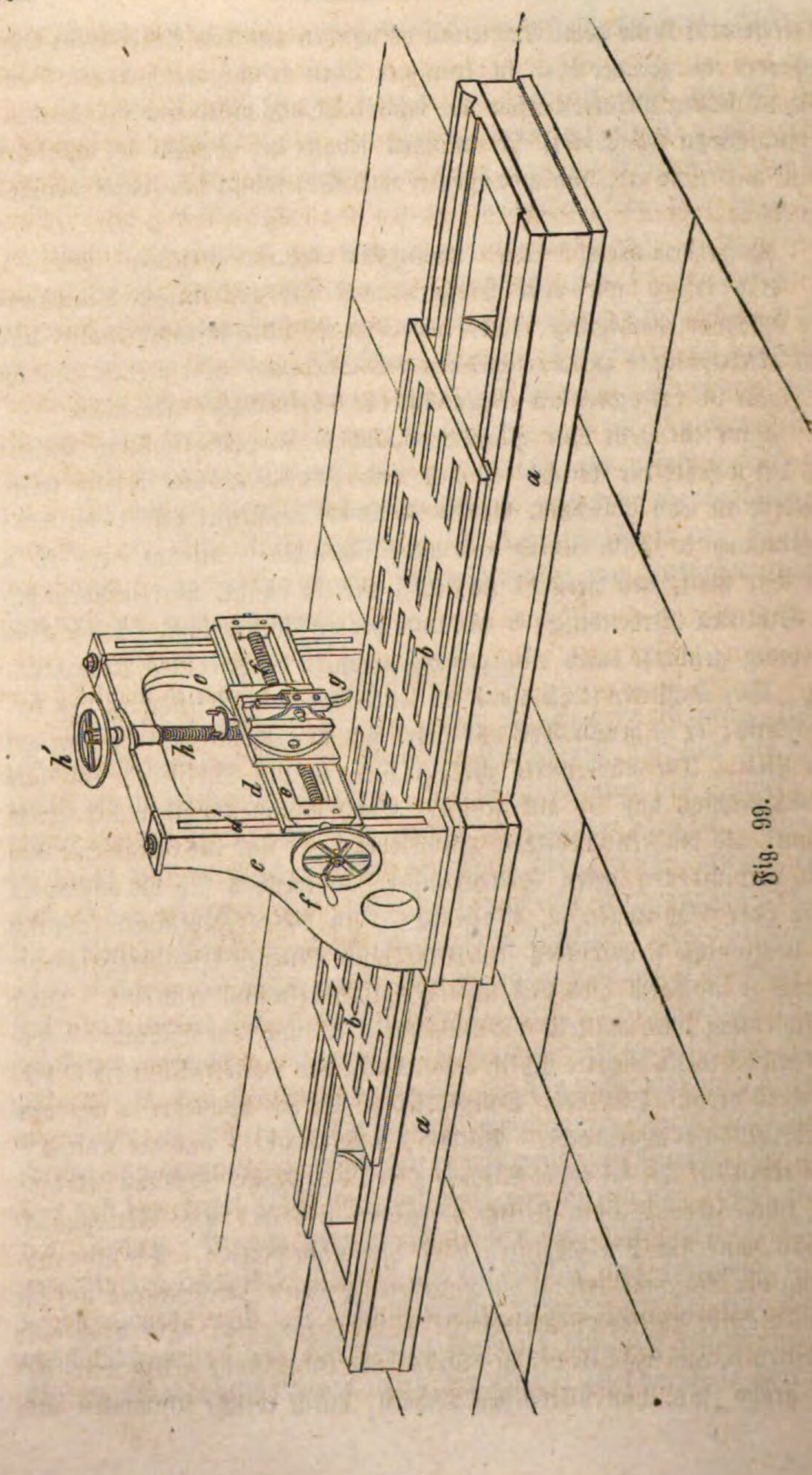


Fig. 99.

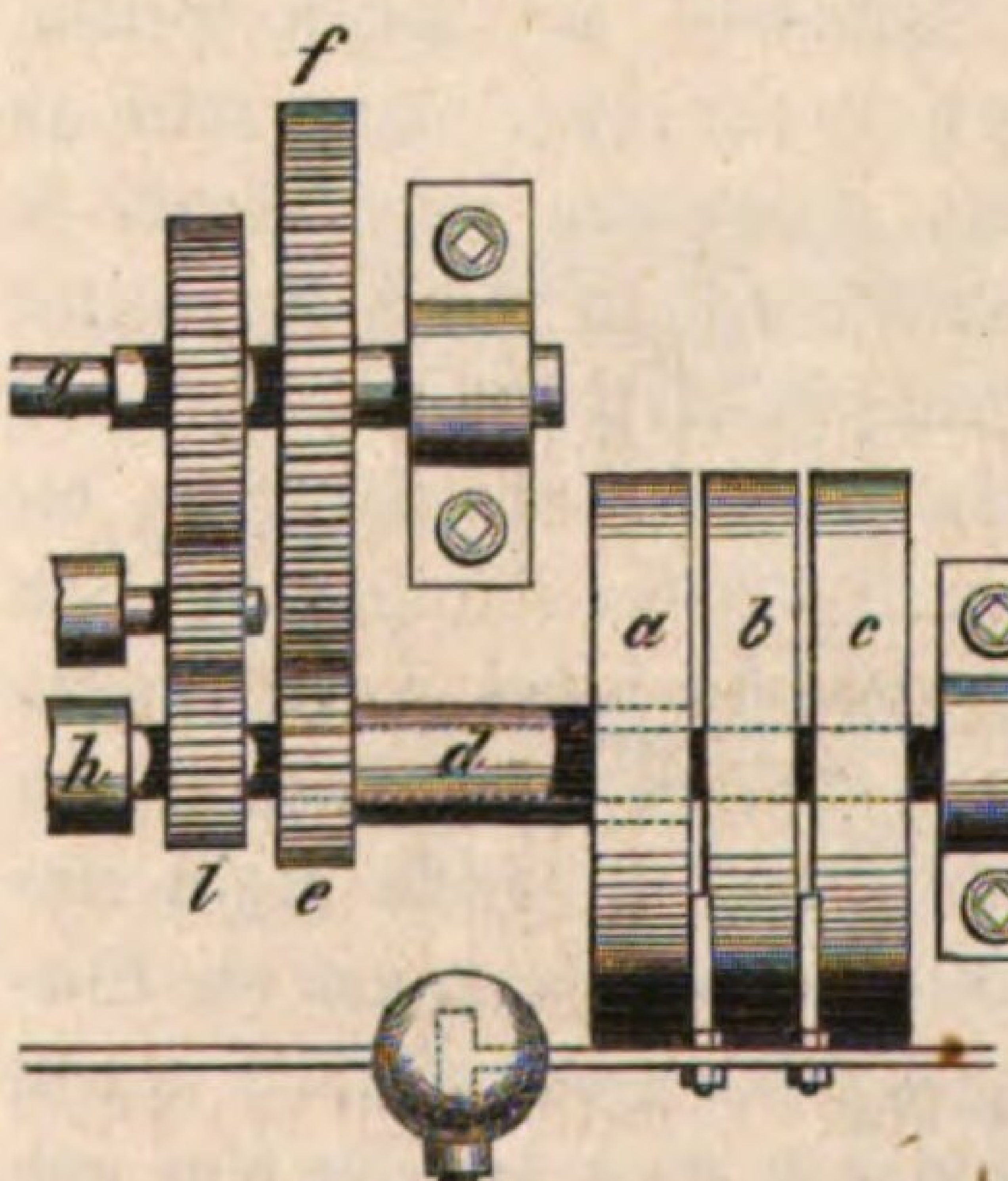
Bolzen gesteckt werden können, mittelst deren dann das Arbeitsstück fest gehalten wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Schlitten gegen den Stichel bewegt wird, beträgt 3—4 Zoll in der Sekunde. Die seitliche Verschiebung des Stichels, wodurch die Breite des Spahns bedingt wird, ist sehr verschieden und beträgt $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ Zoll (1 bis $^1/_{10}$ Linie). Beim Schroppen von weichem Gußeisen ist die Verschiebung oft $1^1/_2$ Linie. Die Höhe des Spahns (der mehr oder weniger tiefe Einschnitt des Stichels) hängt von den Unebenheiten des Arbeitsstücks ab. Man läßt bei Gußeisen gewöhnlich nicht tiefer als 4 Linien, und bei Schmiedeisen nicht tiefer als 2—3 Linien einschneiden.

Zur Bewegung des Schlittens kann man sich verschiedener Mittel bedienen; nämlich: 1. der Krummzapfenbewegung. Bei derselben ergibt sich die hin und hergehende Bewegung von selbst; sie wird daher gewöhnlich da angewendet, wo man mit einer kurzen Bewegung ausreicht; also bei kleineren Maschinen mit kurzen Betten. 2. Bewegung mit Zahnstange und Getriebe. Hier wird an dem Schlitten eine Zahnstange befestigt, welche von einem Triebe in Bewegung gesetzt wird. Um einen möglichst stetigen Gang zu erzielen wird die Theilung der Zähne möglichst fein und der Trieb möglichst groß gemacht, oder man wendet zwei Zahnstangen mit 2 Getrieben an, die parallel laufen und so gestellt sind, daß der Zahn der einen Stange dem Zwischenraum der anderen Stange entspricht. Am besten ist die Anordnung von stufenförmigen Zahnstangen, bei welchen jeder Zahn in der Richtung seiner Breite in mehrere Theile zerlegt ist, welche gegen einander versetzt sind. Der Trieb hat eine entsprechende Form und die Wirkung ist dieselbe, als wenn mehrere Zahnstangen neben einander gestellt wären. Die Welle woran der Trieb befestigt ist, muß, um eine hin- und hergehende Bewegung hervorzubringen, sich einmal rechts dann links drehen lassen. Diese Bewegung kann entweder durch die Hand des Arbeiters mittelst einer Kurbel erfolgen, oder selbstthätig durch die Maschine. Den letzteren Fall werden wir noch näher besprechen. 3. Bewegung mittelst einer Schraubenspindel. Die Schraubenspindel bewegt sich in Lagern, welche an dem Bett der Maschine angebracht sind. An dem Schlitten befindet sich die Mutter. Dieselbe wird gewöhnlich durch zwei an dem Schlitten in Achsträgern befestigte Rollen gebildet, deren seitlich vorstehende Peripherieränder zwischen die Schraubengewinde der Spindel eingreifen, somit bewegt werden und den Schlitten verschieben. Auch hier ist eine Vorrichtung erforderlich, wodurch die Spindel bald

rechts, bald links bewegt wird, je nachdem der Schlitten vor- oder rückwärts verschoben werden soll. 4. Bewegung durch eine Kette und Rolle. An den beiden Enden des Betts sind Leitrollen angebracht, über welche eine Kette läuft; die Kette ist mit den Enden an dem Schlitten befestigt und um eine Kettentrommel geschlungen, welche bald rechts, bald links gedreht werden kann. Je nachdem sich die Kettendrommel dreht wickelt sie den einen Theil der Kette auf und den andern ab, wodurch der Schlitten bald links, bald rechts verschoben wird.

Wir haben nun die Vorrichtungen kennen zu lernen, durch welche die Bewegung des Schlittens nach Belieben verändert oder umgekehrt werden kann. Eine Art der Umkuppelung zu diesem Zweck ist folgende, (skizzirt in Figur 100). a, b, c stellen drei Riemenscheiben dar, über welche der Treibriemen gelegt werden kann. a ist die Riemenscheibe für die Vorwärtsbewegung; sie ist fest mit der hohlen Welle d und mit dem auf derselben Welle aufgesteckten Trieb e verbunden. Dieser Trieb e greift in das Rad f, welches auf der Triebwelle g des Schlittens sitzt und diese daher in Umdrehungen für die Vorwärtsbewegung versetzt, wenn der Treibriemen über die Riemenscheibe a gelegt wird. Die Riemenscheibe c soll den Rücklauf bewirken; sie sitzt fest auf einer Achse h, welche durch die hohle Welle d durchgesteckt ist und sich in zwei Lagern führt.

Fig. 100.

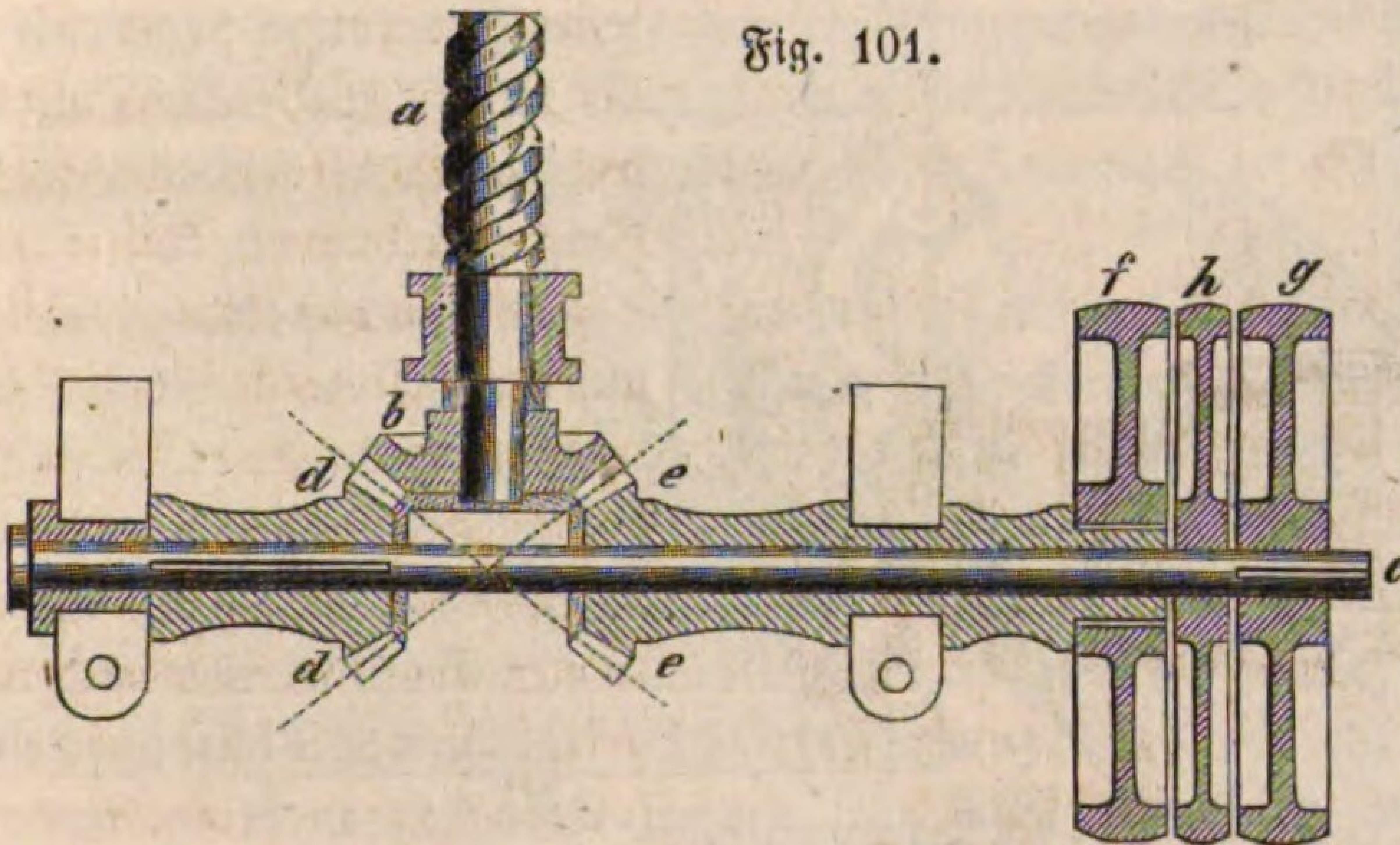


Auf der Achse h steckt ferner das Zahnrädchen l, welches in ein Wechselrad eingreift. Letzteres übermittelt die Bewegung auf das Zahnrad, welches auf der Triebwelle g des Schlittens, neben f, befestigt ist. Man sieht leicht, daß wenn auch die Riemenscheiben a und c Bewegungen nach einerlei Richtung machen, doch, wegen des zwischen gelegten Wechselrads, das Zahnrad neben f, die umgekehrte Bewegung des Zahnrads f machen wird, also der Schlitten im einen Fall vorwärts, im anderen Fall rückwärts verschoben wird. Die Construction dieser Umkuppelung gestattet den Rücklauf dann schneller zu machen, als den Vorschub, wodurch Zeit gespart wird, wenn der Meisel nur im Vorlauf schneidet und der Rücklauf leer

geht. Die Riemenscheibe b sitzt lose auf der Achse h; auf sie wird der Riemen geschoben, wenn die Maschine außer Gang gesetzt werden soll. Das Verschieben des Riemens von einer Rolle auf die andere, um den Vor- und Rücklauf des Schlittens zu besorgen, verrichtet ein Riemenführer, der durch einen Hebel mit einer Fallkugel bewegt wird. An einer Stange sitzt der Riemenführer; die Stange wird, durch an dem Schlitten befestigte, aber verstellbare Knaggen, bald nach links, bald nach rechts verschoben, je nachdem die eine oder andere Knagge an den Hebel mit der Fallkugel anstößt und ihn zur Seite drückt.

Eine zweite Art der Umkuppelung hat folgende Construction. Sie ist bei der unten, in Figur 103 u. 104 dargestellten großen Hobelmaschine angewendet und in den Figuren 101 und 102 für sich in größerem Maaßstabe abgebildet. Die Schraube a, welche den Schlitten

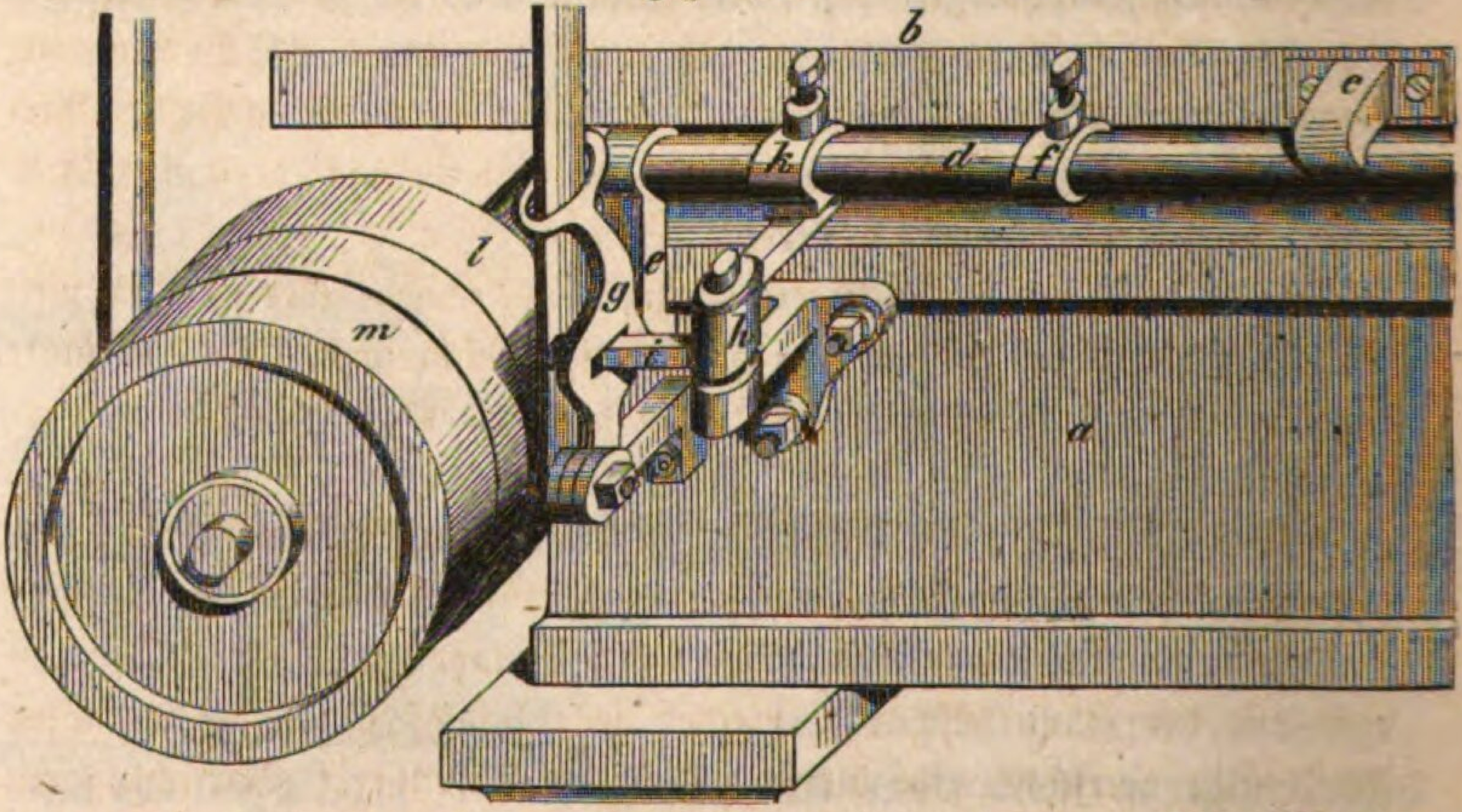
Fig. 101.



treibt, trägt an ihrem Ende das konische Rad b, welches mit den beiden auf die Welle c aufgesteckten konischen Räder d und e im Eingriff steht. Das konische Rad d sitzt fest auf der Welle c, und die Riemenscheibe g ist ebenfalls fest mit derselben Welle verbunden. Dagegen ist das Rad e auf einer Hülse befestigt, welche über die Welle c geschoben ist. Auf dieser Hülse ist auch die Riemenscheibe f fest aufgesetzt. h ist eine Losscheibe, welche lose auf die Welle c geschoben ist. Bringt man nun den Treibriemen auf die Rolle h, so dreht sich die Losscheibe, ohne daß die Maschine in Gang gesetzt wird. Wird der Treibriemen auf die Rolle g geführt so wird hierdurch die Welle c und mit ihr das konische Rad d bewegt, welches dann seinerseits den Trieb b herumdreht, wodurch die damit verbundene Schraube a den Schlitten verschiebt. Führt man dagegen den Treibriemen über die Rolle f, so bewegt sich mit derselben

die Hülse und das konische Rad e. Dieses Letztere setzt nun seinerseits das Rad b und die Schraube a — aber in entgegengesetzter Richtung — in Bewegung. Zur Verschiebung des Riemens von einer Rolle zur andern dient ein Riemenführer der selbstthätig durch die Maschine bewegt wird. Die Figur 102 gibt eine perspektivische Ansicht dieser Einrichtung. a ist das Bett der Hobelmaschine, b der verschiebbare Schlitten, an welchen der Knaggen c angeschraubt ist. d ist eine runde Stangen, welche in zwei an den Enden des Betts angebrachten Lagern (e) ruht und sich horizontal verschieben läßt. Auf dieser Stange sitzen zwei Hülsen (f), wovon in unserer Zeichnung nur eine sichtbar ist, die sich darauf beliebig verschieben und an jeder Stelle mittelst ihrer Bremsschrauben feststellen lassen. g ist der Riemenführer; derselbe ist unten in einem Charnier drehbar und umfaßt

Fig. 102.



oben den Treibriemen; in seiner Mitte wird er von dem Winkelhebel h erfaßt. Der Winkelhebel h ist um einen vertikalen Dorn drehbar, welcher auf einem an das Bett geschraubten Lager sich befindet. Der eine Arm i des Winkelhebels faßt den Riemenführer, der andere Arm greift mit einem Stift in die untere Fläche der auf die Stange d festgeschraubten Hülse k. Die Funktion dieser Verrichtung ergibt sich nun leicht aus Folgendem. Wenn der Schlitten b von der Rechten nach der Linken vorrückt, so stößt endlich der Knaggen c gegen die Hülse f und zwingt somit die Stange d dieselbe Bewegung mit zu machen. Hierbei verändert aber auch die fest auf dieser Stange sitzende Hülse k ihre Lage und dreht den Winkelhebel h, so daß dessen Arm i den Riemenführer g verschiebt und durch diesen der Treibriemen von der Riemenscheibe l auf die Scheibe m überführt. Hierdurch

kehrt die Bewegung um; der Schlitten geht nun rückwärts und zwar so lange bis der Knaggen c gegen die jenseitige (hier nicht abgebildete Hülse f) der Stange d stößt und die Stange zurückschiebt. Nun ist die Wirkung gerade die Umgekehrte. Es wird der Riemenführer durch den Winkelhebel genöthigt den Riemen wieder von der Scheibe m auf die Scheibe l zurückzuführen. Je nachdem man die Hülsen f näher oder weiter auseinander stellt, kehrt die Bewegung schneller, oder erst nach größeren durchlaufenen Wegen, um.

Eine dritte Art der Umkuppelung besteht in Folgendem. Auf der zu umkuppelnden Welle sitzen drei Riemenscheiben; die mittlere Scheibe ist fest und die beiden Seitenscheiben sind lose. Man hat nun zwei Riemen, einen offenen und einen gekreuzten, wovon immer einer auf der festen und einer auf einer losen Rolle läuft. Mittelst einer Vorrichtung wie die vorher beschriebene wird durch die Bewegung des Schlittens ein Riemenführer so verstellt, daß einmal der offene, dann der gekreuzte Riemen über die feste Rolle läuft und so die Welle bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung umdreht.

Es gibt noch mehrere Umkuppelungen; es würde uns aber zu weit führen, wollten wir sie alle hier ausführlich beschreiben. Das Gesagte genügt um das Wesentliche der gewöhnlichen Constructionen zu erläutern.

Der Support der Hobelmaschinen und sein Mechanismus. Die allgemeine Anordnung haben wir bereits bei der in Fig. 99 dargestellten Hobelmaschine kennen gelernt. Die Verschiebungen des Meisels, welche dort mit der Hand geschahen, werden sehr häufig durch die Maschine selbstthätig verrichtet und hierzu bedarf es besonderer Vorrichtungen. Wir wollen die einzelnen Theile näher besprechen indem wir die in Fig. 103 und 104 abgebildete Hobelmaschine betrachten. Diese Hobelmaschine ist von **Whitworth** construirt, detaillirte Zeichnungen derselben finden sich in Armengaud's publications industrielles, **Kronauer's** Maschinenzeichnungen und **Wiebe's** Maschinen-Baumaterialien. Fig. 103 ist eine Vorderansicht und Fig. 104 ein Längendurchschnitt der Maschine, in $^1/_{16}$ der natürlichen Größe. In Fig. 104 konnte die ganze Länge des Bettes und Schlittens nicht angebildet werden. a ist das Bett der Maschine; dasselbe wird von einigen Füßen b getragen. c ist der Schlitten, welcher durch die Leitspindel d bewegt wird. Zu dem Zweck sind mit dem Schlitten 2 Scheiben e, e mit vorstehenden Rändern, welche in die Gewinde eingreifen, verbunden. Die Fig. 105 zeigt diese Anordnung im Durch-

Fig. 103.

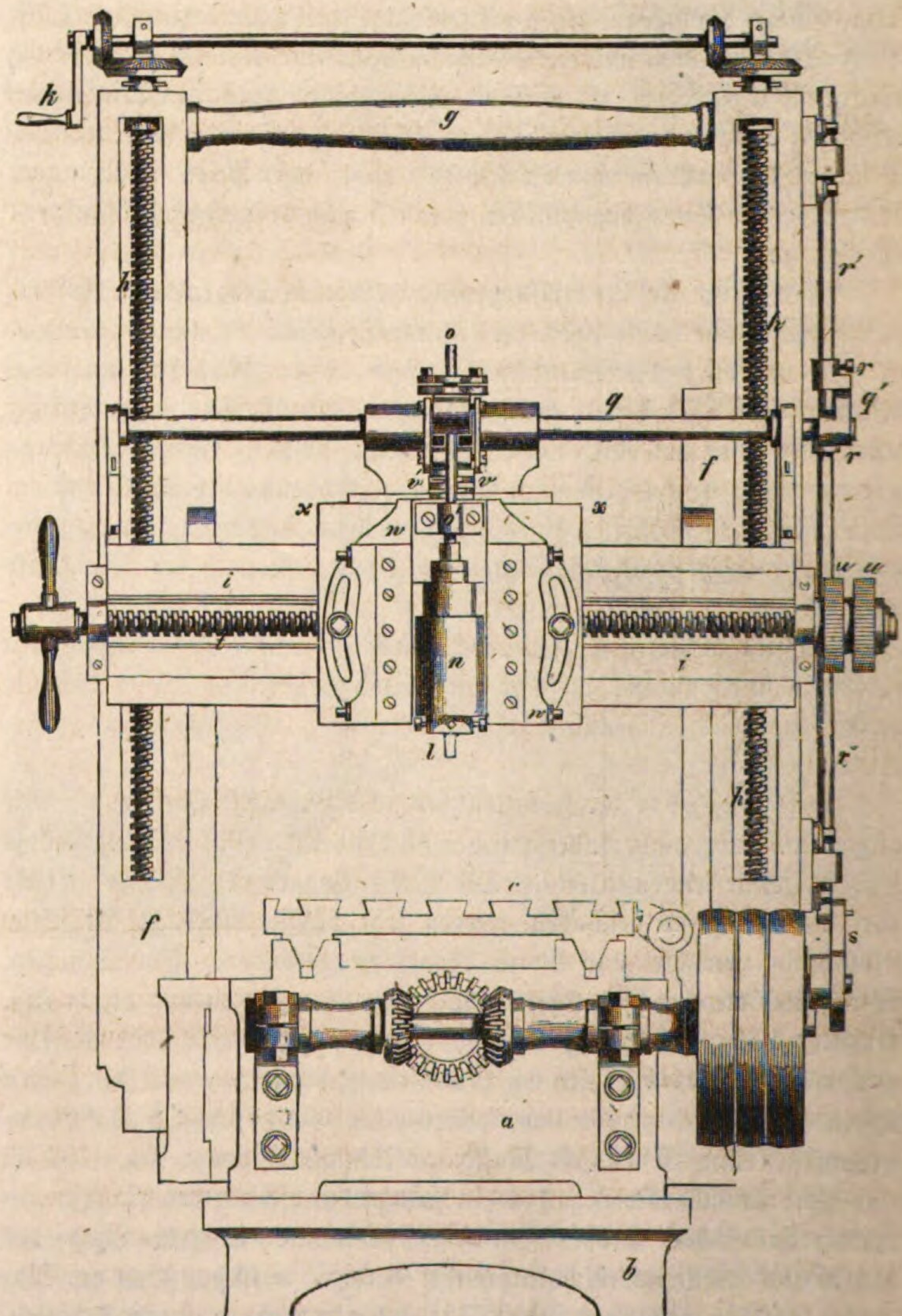


Fig. 104.

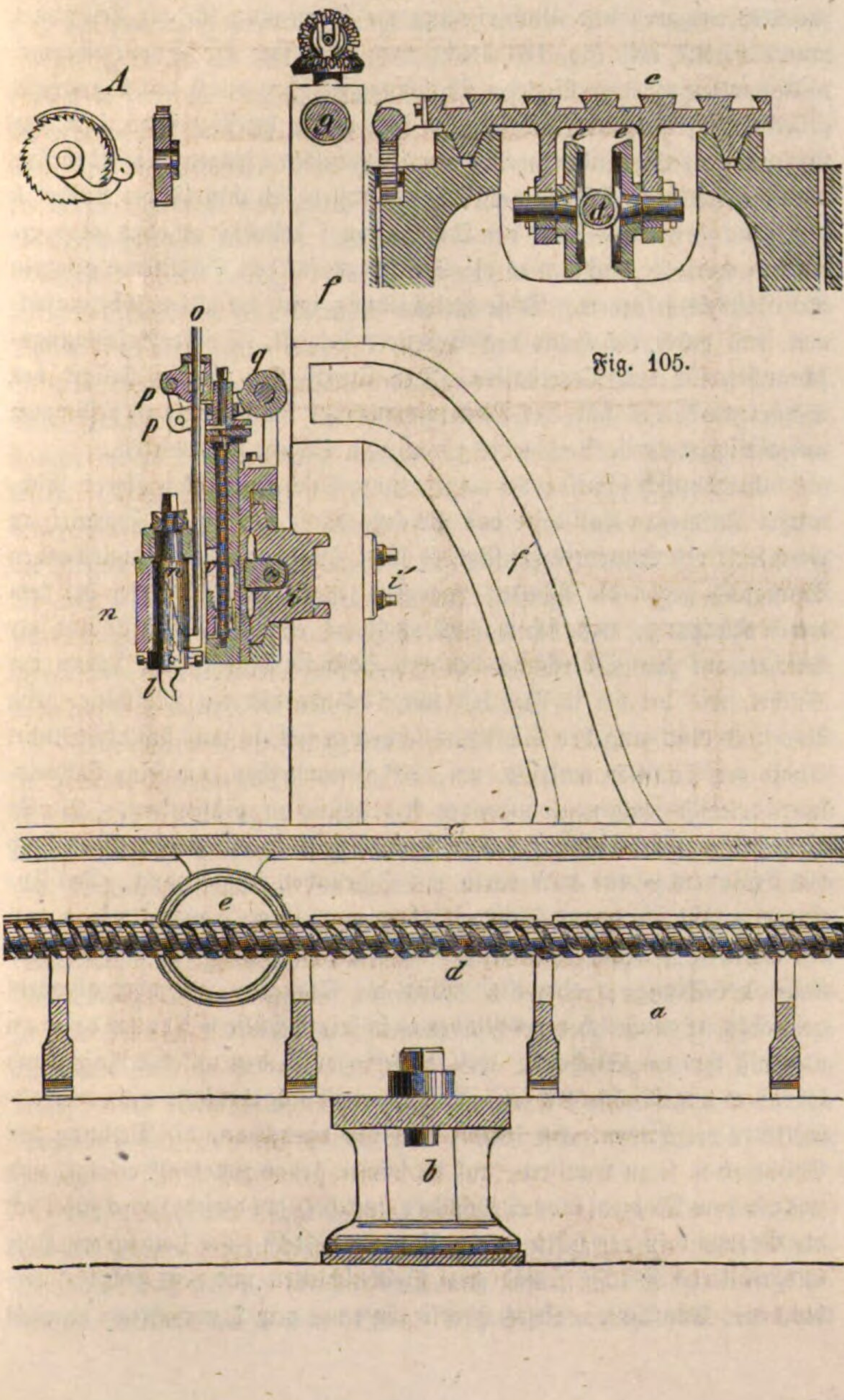


Fig. 105.

schnitt. Die hier angewendete und aus Fig. 103 ersichtliche Anordnung zur Uebertragung und Umkuppelung der Bewegung für die Leitspindel wurde bereits bei Fig. 101 beschrieben. f, f sind die Supportständer, welche unten mit dem Bett der Maschine und oben durch den Querriegel g verbunden, und durch die Streben f′, f′ weiter befestigt sind. h, h sind zwei vertikale Schrauben, welche den Querbalken i tragen; dieselben sind oben mit konischen Rädern versehen und lassen sich mittelst der Kurbel k bewegen. Hierdurch kann der Querbalken i beliebig gehoben oder gesenkt werden; je nachdem es die Stärke des auf den Schlitten c gelegten Arbeitsstücks erfordert. Diese Verschiebung wird bei allen Hobelmaschinen stets durch die Hand des Arbeiters bewirkt. i′ sind Befestigungsschrauben für den Querbalken. Der Querbalken ist der Träger des Schneidwerkzeugs und des Mechanismus um die Leitlinie zu bestimmen und die sprungweise Verschiebung nach dem Schnitt zu bewirken.

Gewöhnlich schneidet der eingespannte Stichel nur nach einer Richtung. In diesem Fall wird das Stichelgehäuse mit einem Charnier an die Platte des Supports befestigt, es stützt sich dann bei der schneidenden Bewegung gegen die Platte; dagegen gestattet das Charnier bei dem leeren Rückgang, daß sich das Stichelhaus etwas schief stellt und der Stichel auf der Oberfläche des Arbeitsstücks hinrutscht. Wenn der Stichel, wie bei der in Fig. 103 und 104 abgebildeten Maschine, beim Vor- und Rückgang des Schlittens schneiden soll, so muß sich der Stichel sobald der Schlitten umkehrt, um 180° herumdrehen, um seine Schneidkante dem ihm entgegenkommenden Arbeitsstück zu präsentiren. Hierfür dient folgende Vorrichtung. Der Stichel steckt in einem viereckigen Loch des Cylinders m und wird darin mit Schrauben festgeklemmt. Der Cylinder m läßt sich in der Hülse n drehen, und ist an seinem Umfang mit einer steilen spiralförmigen Nuthe versehen, in welche das umgebogene Ende der Stange o eingreift. Wird die Stange o auf- oder abwärts geschoben, so muß sich der Cylinder m in seiner Hülse n herumdrehen und mit ihm der Stichel b, weil derselbe durch den unteren Ansatz und die oben angebrachte Schraube verhindert ist sich ebenfalls auf- oder abwärts zu verschieben. Es kommt nun nur darauf an, die Drehung des Cylinders m so zu reguliren, daß sie immer genau um 180° erfolgt, und zwar in dem Moment, wo der Schlitten umkehrt. Zu diesem Zweck führt sich die Stange o in der Hülse o′ und ist oben mittelst einer kleinen mit Holz ausgefütterten Büchse p und zwei Seitenschienen mit dem Hebel p′ verbunden. Die Achse q dieses Hebels läuft mit dem Querbalken i parallel

und ist fest mit demselben verbunden. An dem vorderen Ende der Achse q ist ein zweiter Hebelarm q' angebracht, welcher zwischen zwei Kloben r, r greift, die an der vertikalen Stange r' angebracht sind. Die Stange r' steckt in zwei an dem Supportständer angeschraubten Lagern und läßt sich vertikal auf und ab verschieben. Erfolgt eine solche Verschiebung so wird auch der Hebelarm q' entsprechend auf- oder abgeschoben, dadurch die Welle q gedreht und durch sie wiederum die Stange o abwärts oder aufwärts gezogen, wodurch eine entsprechende Drehung des Cylinders m mit dem Stichel l erfolgt. Damit sich nun die bemerkte Stange r' rechtzeitig verschiebt, ist dieselbe unten mit einem Stiften versehen der in den Schlitz einer Excentrik s eingreift. Die Excentrik befindet sich auf einer an das Bett der Hobelmaschine befestigten kleinen Welle, welche noch einen Zahnbogen trägt. In diesen Zahnbogen greift eine kleine Zahnstange, die an der Zugstange angebracht ist, welche die Umkuppelung bewirkt. (Diese Zugstange wurde bei Figur 102 erwähnt und ist dort mit d bezeichnet). Wird nun, wie bei der Umkuppelung angegeben wurde, die Zugstange d verschoben, sobald der Schlitten umkehren soll, so dreht die mit der Zugstange verbundene Zahnstange den Zahnbogen der Excentrik und verstellt dieselbe. Hierdurch wird aber die Stange r' entweder auf- oder abwärts geschoben — je nach der Stellung — und, wie oben angeben wurde, der Stichel herumgedreht.

Eine andere Einrichtung, um beim Vor- und Rücklauf des Schlittens zu hobeln, besteht darin, daß man zwei Ständerpaare und zwei Supports anbringt, welche sich einander gegenüberstehen und von denen der eine während des Vorwärtsganges und der andere während des Rückwärtsganges des Schlittens seine Funktion verrichtet. Eine solche „Universal-Doppelhobelmaschine", von Karl Sondermann in Chemnitz construirt, ist im Polyt. Centralblatt von 1860 S. 291, beschrieben. Die Anordnung dieser Maschine gestattet nicht nur wie gewöhnlich vorwärts zu schroten und rückwärts zu schlichten, sondern auch vorwärts plan- und rückwärts senkrecht oder geneigt zu hobeln. Die Bewegung der Maschine erfolgt nach beiden Richtungen hin mit gleicher Geschwindigkeit, und die Supports sind in allen Stellungen — horizontal, vertikal oder beliebig geneigt — selbstthätig.

Man construirt die Hobelmaschinen vielfach so, daß man damit horizontale Ebenen, vertikale Ebenen und geneigte Ebenen hobeln kann. Hiernach muß sich der Stichel horizontal seitwärts, vertikal, oder in geneigter Leitlinie verschieben lassen. Die Verschiebung wird stets durch

Schrauben bewerkstelligt, und kann entweder durch die Hand des Arbeiters oder durch die Maschine selbstthätig erfolgen. Die Horizontalverschiebung wird bei der in Fig. 103 dargestellten Maschine in folgender Weise bewerkstelligt. Wie wir oben gesehen haben wird die vertikale Stange r′ am Ende des einen Schlittenlaufs gehoben und am Ende des anderen herabgezogen; sie besitzt nun in der Höhe der horizontalen Schraubenspindel t zwei Knaggen, welche, wenn sich die Stange verschiebt, an den Zapfen eines um die Achse der Leitspindel t sich drehenden Hebels t′ (Fig. 103) stößt und diesen Hebel bald aufhebt, bald abdrückt. Auf diesem Hebel sitzen zwei Sperrhaken, welche in die auf der Schraube t festgekeilten Sperrräder u eingreifen und dieselben beim Niedergang des Hebels um ein bestimmtes Stück herumdrehen. Hierdurch wird auch die Schraube t bewegt und somit der Werkzeughalter mit dem Stichel seitlich verschoben. Diese Verschiebung erfolgt nur am Ende des einen Schlittenlaufs; am Ende des Rücklaufs gleiten die Sperrhaken über die Zahnräder weg und holen für einen neuen Vorschub aus. Da nun bei der hier beschriebenen Hobelmaschine der Stichel im Vor- und Rücklauf schneiden soll, so wird derselbe so eingespannt, daß seine Mitte etwas excentrisch zu der Achse des Cylinders m liegt. Man sieht, daß dadurch der Stichel, wenn er am Ende des einen Laufs um 180° mit dem Cylinder herumgedreht wird, etwas — um die Spahndicke — zur Seite geschoben wird.

Für die Vertikalverschiebung des Stichels muß die Büchse n, welche auf einem Schieber sitzt, verschoben werden; dies geschieht durch Drehung der Schraube v. Dieselbe ändert bei ihrer Umdrehung ihre Lage nicht, greift in eine Mutter die hinten an dem Schieber angebracht ist (Fig. 104) und verschiebt so denselben. Damit die Schraube v selbstthätig durch die Maschine bewegt werde, trägt dieselbe oben zwei horizontale Sperrrädchen v′, v′ und eine Hülse, welche sich frei um die Schraube drehen kann. Diese Hülse ist mit Hebeln für die Sperrkegel versehen, welche in die Sperrädchen v′, v′ eingreifen, und enthält an ihrer Außenfläche spiralförmige Windungen in welche Stifte eingreifen, die an dem früher angegebenen Hebel p′ sitzen. Wird nun durch den Hebel p′ eine Drehung des Cylinders m mit dem Stichel bewirkt, so greifen gleichzeitig zwei Stifte des Hebels p′ in die Spiralwindungen der Hülse auf der Schraube v und drehen diese herum; bald rechts, bald links. Bei dieser Drehung holen die Sperrhaken aus, verschieben die Sperrädchen v′, v′ und drehen somit die Schraube v, wodurch der Vorschub bewerkstelligt wird.

Bei der hier dargestellten Hobelmaschine kann nur eine selbstthätige Verschiebung des Stichels nach der horizontalen und der vertikalen Richtung stattfinden. Will man den Stichel in einer geneigten Leitlinie verschieben, so kann keine selbstthätige Drehung des Stichels um 180° und keine selbstthätige Verschiebung des Schiebers mit dem Stichelhalter n stattfinden. Man stellt dann den Schieber n, welcher sich auf der Platte w drehen läßt, schräg gegen die Hauptplatte x.

Bei anderen Maschinen, wo der Stichel nicht beim Vor- und Rücklauf schneiden soll, hat man verschiedene Vorrichtungen, wodurch auch die selbstthätige Verschiebung des Stichels nach einer geneigten Leitlinie erfolgen kann.

Rundhobelmaschinen. Dieselben sind in der Regel kurz gebaut, und die Bewegung des Schlittens erfolgt durch einen Krummzapfen. Um den Weg nach der Länge des zu hobelnden Stücks reguliren zu können, kann der Kurbelarm bis zu einem bestimmten Maß verkürzt oder verlängert werden; es geschieht dies dadurch, daß der Krummzapfen seiner Länge nach mit einem Schlitz versehen ist, worin sich das Charnier der Lenkerstange des Schlittens in beliebigen Lagen feststellen läßt. Man wendet bei diesen Hobelmaschinen häufig, bei der Uebertragung der Bewegung von der Haupttriebwelle auf die Kurbel, elliptische Räder an, wodurch bewirkt werden kann, daß der Schlitten bei der Bewegung wo der Stichel schneidet, rascher verschoben wird. Es lassen sich übrigens noch mancherlei Vorrichtungen zu gleichem Zwecke anwenden.

Wie bereits früher bemerkt wurde, läßt man bei den Rundhobelmaschinen den Stichel die hin- und hergehende Bewegung, wie beim Handhobel machen und das Arbeitsstück liegt während des Schnitts fest. Der Stichel schneidet in der Regel nur beim Vorwärtsgehen, und muß daher beim Rückgange gleiten, weßhalb er um ein Charnier drehbar ist. Die selbstthätige Verschiebung des Stichels, wie wir solche bei den Planhobelmaschinen kennen gelernt haben, fällt hier weg. Der Stichel ist, wie bei den Planhobelmaschinen, mittelst Schrauben in dem Stichelhause befestigt. Letzteres sitzt auf einem Schieber und kann mittelst einer Schraube und Greifrädchen vertikal mit der Hand verschoben werden. Eine andere Verschiebung des Stichels findet nicht statt. Dagegen ist das Arbeitsstück um seine Achse drehbar, so daß es stets um die Spahndicke herumgedreht werden kann. Es ist nämlich mit einer Aushöhlung versehen, vermittelst deren es über eine Stange geschoben und zwischen zwei Stahlkegeln festgebremst wird. Die Stange steckt in einer hohlen Achse und wird sammt

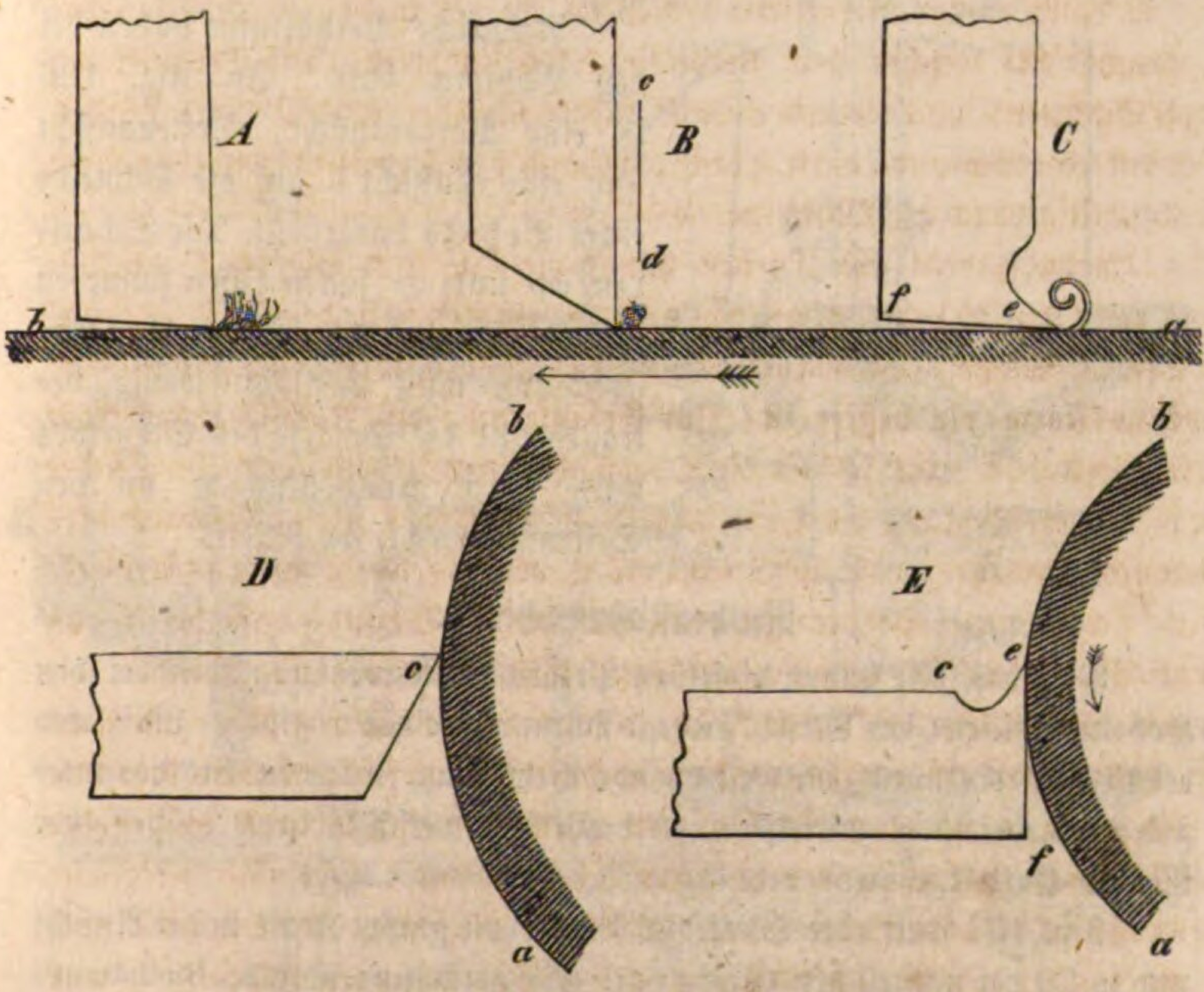
derselben mittelst eines darauf befestigten Schneckenrades gedreht, das durch eine Schraube ohne Ende bewegt wird. Die Schraube ohne Ende dreht entweder mittelst einer Kurbel der Arbeiter, oder sie wird von der Maschine selbstthätig bewegt. Dies kann geschehen durch ein auf ihrer Welle angebrachtes Sperrrad, das durch einen Hebel, Zugstangen und eine auf der Hauptwelle der Maschine angebrachte Excentrik gedreht wird. Man kann das Maß der Drehung — oder die Spahndicke — dadurch verändern und reguliren, daß man den Angriffspunkt an dem Hebel verändert.

Zum Planhobeln werden die Rundhobelmaschinen auch verwendet. Es ist dann an der Vorderseite des Betts ein verschiebbarer Schlitten angebracht, auf welchem das Arbeitsstück befestigt wird. Die Verschiebung des Schlittens nach jedem Schnitt kann entweder mittelst einer Kurbel, die auf eine Schraube wirkt, durch die Hand des Arbeiters geschehen, oder selbstthätig durch die Maschine.

Beim Hobeln und Drehen hängt die Qualität wie die Quantität der erzeugten Arbeit theilweise von der Form des schneidenden Werkzeugs (Stichel, Meisel, Drehstahl) ab; es ist deßhalb nöthig, zu untersuchen, welche Form die bessere ist. Zur Erläuterung des Nachstehenden dient die Figur 105. Es sei a b die Oberfläche eines Arbeitsstücks von welcher wir in der Richtung b a Hobelspähne abschneiden wollen. Es kann dies dadurch geschehen, daß ein Stichel A, B, oder C feststeht und das Arbeitsstück sich darunter wegbewegt; oder, was in der Wirkung dasselbe ist, daß das Arbeitsstück fest gehalten und der Stichel bewegt wird. Wenden wir einen Stichel von der Form A an, so wird derselbe wenig oder gar nicht in das Metall eindringen, weil die Schneide stumpf ist; es wird hier kein Schneiden sondern ein Schaben stattfinden. Die in B dargestellte Stichelform hat zwar eine schärfere Schneide und ist scheinbar geeigneter als die in A dargestellte Form, allein die Richtung der Schneide steht immer noch nach c d, senkrecht zu der zu bearbeitenden Fläche a b, und äußert eine ähnliche Wirkung wie A; sie schneidet weniger als sie schabt. Die Form B hat aber noch einen weiteren Nachtheil; sie erzeugt das Bestreben in senkrechter Richtung in das Arbeitsstück einzudringen. Bei der Bewegung der Oberfläche a b gegen diesen Meisel wird hierdurch eine unreine Oberfläche mit sägen- oder zahnartigen Spuren hervorgebracht. Der Meisel selbst hat hinter seiner Schneide nicht die erforderliche Metallstärke und bricht deßhalb leicht aus, wodurch die Unebenheiten der bearbeiteten Fläche noch vermehrt werden. Bei der in Fig. 105, C dargestellten

Meiselform sind dagegen diese Mißstände vermieden. Dieser Stichel bietet in der Richtung des Schneidens — a b — eine Schneide von größerer Schärfe, welche trotzdem nicht leicht ausbrechen kann, weil sie in ihrem Rücken nach e f, von der ganzen Stärke des Stichels geschützt wird. Ferner hat dieser Stichel keine Neigung senkrecht in das Arbeitsstück einzudringen, wie B; er stößt nicht und erzeugt deßhalb auch keine gerippte Oberfläche. Bei der Form A haben wir also zwar Stärke des Stichels aber keine hinreichende Schärfe. Bei der Form B haben wir zwar eine hinreichende Schärfe aber nach einer anderen Richtung als wir sie ver-

Fig. 105.

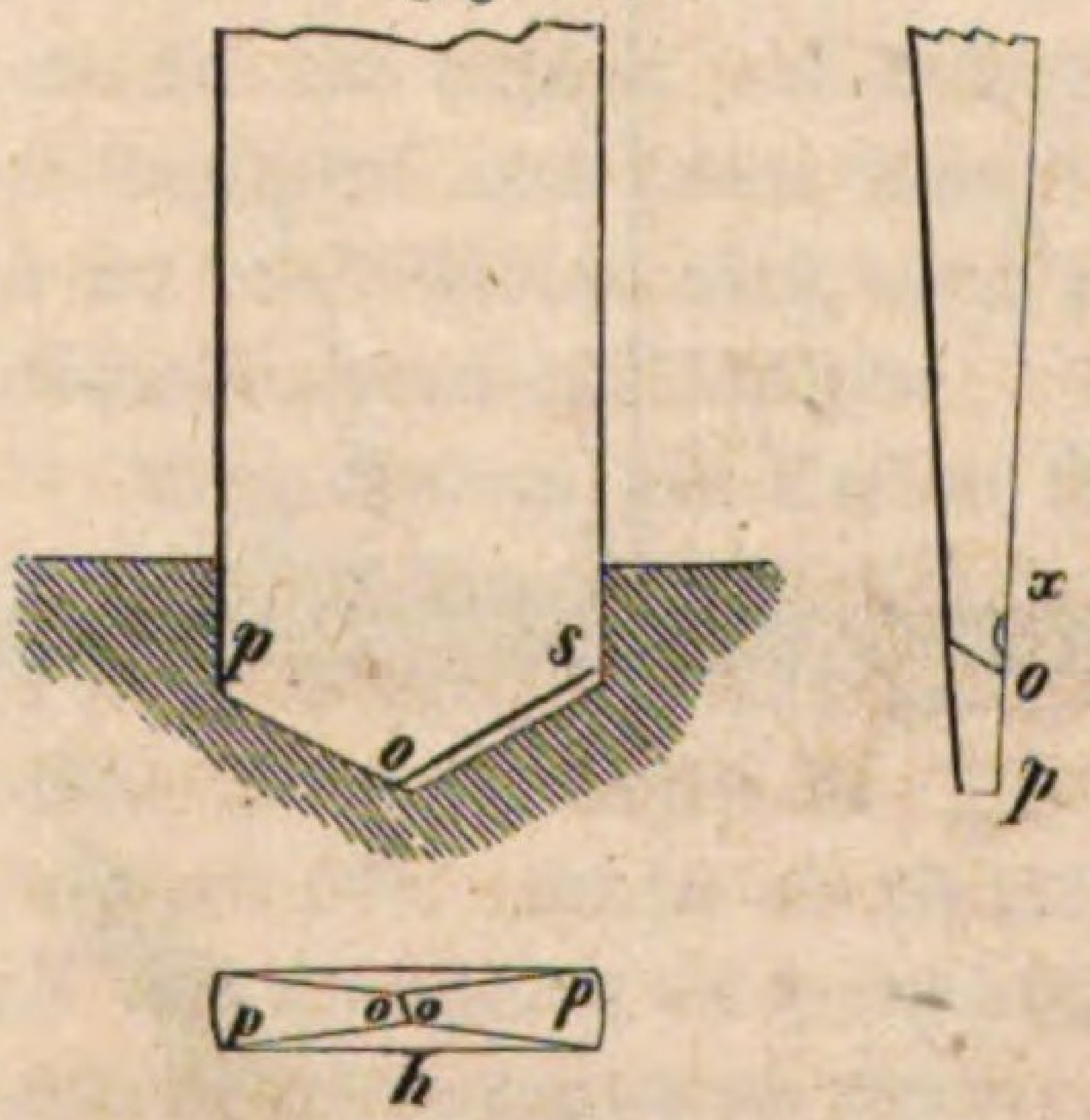


langen und keine hinreichende Widerstandsfähigkeit. Bei C haben wir die Schärfe nur nach der Richtung in welcher wir sie verlangen und den größten Grad von Widerstandsfähigkeit.

Es geht daraus hervor, daß bei der Formbildung und Placirung eines Meisels zum Beschneiden irgend einer Oberfläche wir darauf zu sehen haben; daß das Ende desselben den kleinst möglichen Winkel mit der zu bearbeitenden Oberfläche bildet, oder, mit anderen Worten: 1) daß die Unterfläche des Stichels der zu bearbeitenden Oberfläche des Arbeitsstücks

nahezu parallel läuft; 2) daß, welcher Grad von Schärfe der Schneide auch zu geben geeignet befunden werden mag, diese Schneide dadurch zu erzielen ist, daß man die Vorderfläche bei e entsprechend aushöhlt. Die Darstellungen D u. E zeigen die Anwendung des Vorstehenden beim Drehen von Metall. Die Form D entspricht derjenigen von B beim Planhobeln; sie enthält eine zu schwache Schneide c, welche leicht ausspringt; dagegen stellt die Form E dem Drehstück a b eine scharfe Schneide e entgegen, welche durch die Metallstärke e f die nöthige Widerstandsfähigkeit erhält. Die Fläche e f tangentirt nahezu die Cylinderfläche des Drehstücks.

Fig. 106.



Aehnliche Verhältnisse haben bei den Bohrern statt. In Fig. 106 ist eine Vorderansicht, Seitenansicht und eine Aufsicht h auf die Schneide eines Bohrers dargestellt. Die Schneiden op und os sollen einen stumpfen Winkel mit einander bilden; ihre Abschrägung muß möglichst wenig betragen und die Schärfe der Schneiden wird durch Aushöhlungen an den Seitenflächen bei o x erzielt.

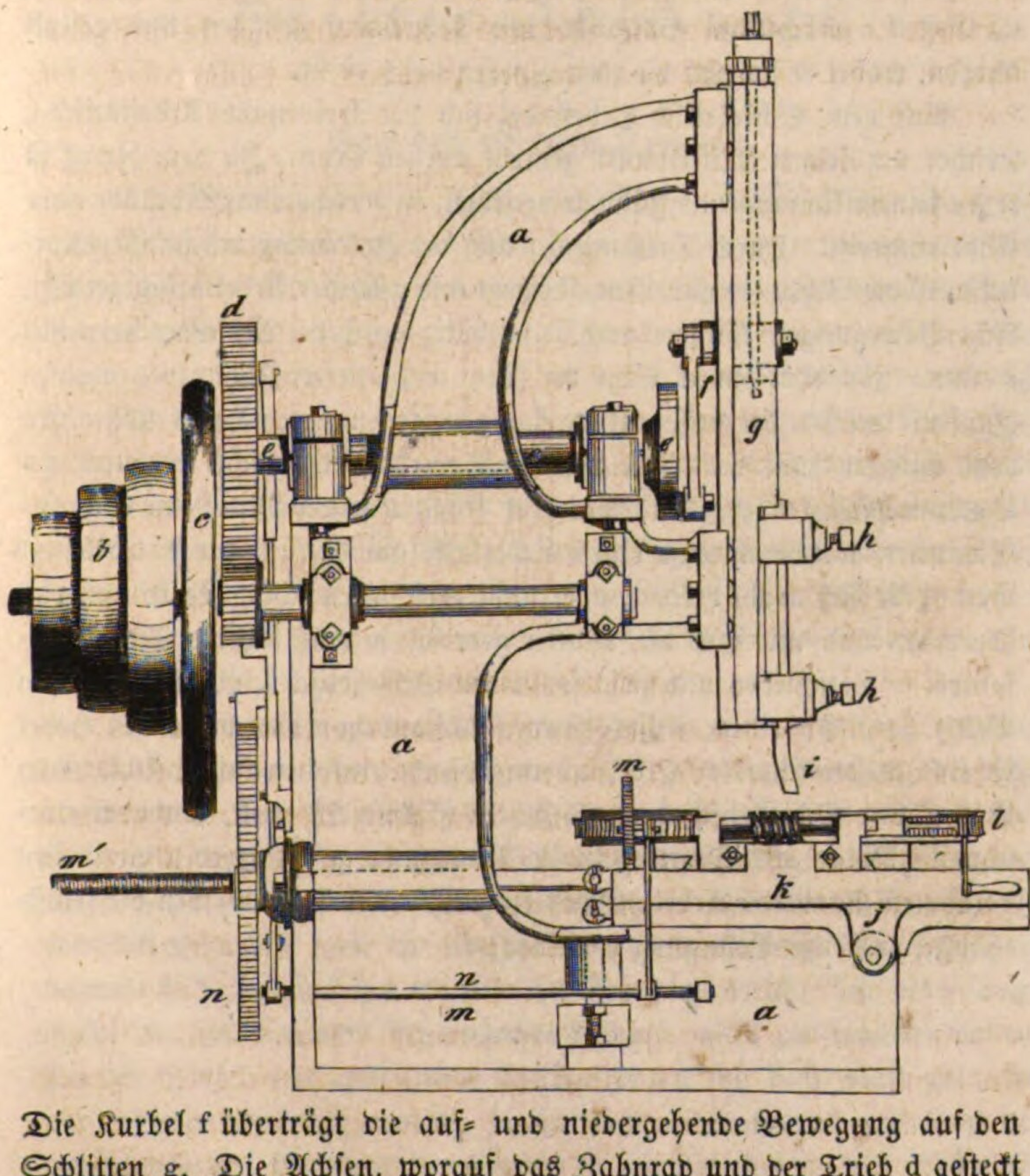
Nuthenstoßmaschinen.

Bei denselben finden dieselben Principien Anwendung, wie bei den Hobelmaschinen; der Meisel bewegt sich nur in einer vertikalen Linie und erhält nur eine auf- und abgehende Bewegung, während das darunter gelegte Arbeitsstück mittelst eines dreh- und verschiebbaren Tisches, der ihm zur Unterlage dient, verrückt wird.

Fig. 107 stellt eine Stoßmaschine von großer Kraft in der Ansicht und in 1/25 der natürlichen Größe dar. Die Zeichnung ist aus „Buchanan's mill-work and other machinery“ entnommen. Das Gestell a ist von Gußeisen; an ihm sind die einzelnen Theile des Betriebsmechanismus angebracht. An der Stirnfläche des Gestells befinden sich zwei Balken mit schwalbenschwanzförmigen Nuthen, in welchen sich der Schlitten g vertikal verschieben läßt. Dieser Schlitten trägt unten den Stichel oder Meisel i, welcher in einem Stichelgehäuse steckt und mittelst der Schrauben h h befestigt wird. Die Bewegung empfängt der Schlitten g von der Riemenscheibe b aus. Die Riemenscheibe wird von der Haupttriebwelle

aus in Umdrehungen versetzt und gestattet der Maschinerie eine raschere oder langsamere Bewegung zu geben, je nachdem man den Riemen über die Rollen von kleinerem oder größerem Durchmesser legt. Das Schwungrad c regulirt die Bewegung und beseitigt die sonst unvermeidlichen Stöße. Durch das Zahnrad und den Trieb d wird die Geschwindigkeit der Welle, worauf die Scheibe e mit dem Krummzapfen sitzt, bedeutend ermäßigt.

Fig. 107.



Die Kurbel f überträgt die auf- und niedergehende Bewegung auf den Schlitten g. Die Achsen, worauf das Zahnrad und der Trieb d gesteckt sind, bewegen sich frei in Lagern, die an dem Gerüste a angeschraubt wurden. Da Arbeitsstücke von verschiedener Höhe auf den Arbeitstisch gebracht und bearbeitet werden sollen, so muß der Weg den der Schlitten g macht, höher oder niederer gestellt werden können. Zu dem Zweck ist der Angriffspunkt

der Kurbel f an dem Schlitten g verstellbar. Es befindet sich nämlich (in der Zeichnung punktirt) eine Schraube oben in dem Schlitten, wodurch der Angriffspunkt der Lenkerstange f verschoben werden kann.

Der Arbeitstisch läßt drei Verschiebungen zu; er kann um seine Achse gedreht werden, kann horizontal verschoben und endlich in eine geneigte Lage gebracht werden. An dem Untersatz j ist der Schiebetisch k beweglich; er kann darauf in Coulissen verschoben und auch durch die im Gestell a ersichtliche Schraube mit demselben gehoben und gesenkt werden, wobei er sich um die zwei Zapfen bei j dreht.

Auf dem Schiebetisch k befindet sich der kreisrunde Arbeitstisch l, welcher um seinen Mittelpunkt gedreht werden kann. Zu dem Zweck ist er an seinem Umfang mit Zähnen versehen, in welche eine Schraube ohne Ende eingreift. Durch Drehung der aus der Zeichnung ersichtlichen Kurbel wird die Schraube ohne Ende bewegt und auch der Arbeitstisch gedreht. Alle Bewegungen können auch selbstthätig durch die Maschine verrichtet werden. Zu dem Zweck trägt der Rand des oberen Zahnrades d einen Zapfen, welcher bei dessen Umdrehungen gegen einen Hebel stößt. An dem unteren Ende des Hebels ist ein Sperrkel angebracht, wodurch ein Sperrad bewegt wird. Das Sperrrad trägt in seiner Mitte eine Schraubenmutter, welche mittelst eines Ueberfalls am Gerüste der Art befestigt ist, daß sie sich wohl drehen; aber nicht verschieben kann. Wird nun das Sperrrad und mit ihm die Mutter gedreht, so muß sich die Schraubenspindel m' verschieben und zieht somit den Schiebetisch k mit sich über dem Bett j her. In einem entsprechenden Abstand von dem bemerkten Hebel ist ein zweiter schmaler Hebelstab angebracht, welcher auf ein unter dem Boden des Schiebetisches angebrachtes Hebelwerk wirkt, wodurch zwei schmale Räder mit Sperrkegeln in Bewegung gesetzt werden die in den gezahnten Rand des Arbeitstisches eingreifen und so demselben die selbstthätige, drehende Bewegung verleihen.

Dritter Abschnitt.

Von den eisernen Treppen.

Als Material für den Treppenbau kann, außer Stein und Holz, auch Eisen verwendet werden. Man kann die Treppen entweder ganz aus Eisen herstellen oder in Verbindung mit natürlichen und künstlichen Steinen. Die Verwendung ganz eiserner Treppen für den gewöhnlichen Gebrauch — als Etagentreppen — führt indeß einige Uebelstände mit sich und solche Treppen sind deßhalb auch noch nicht in allgemeine Aufnahme gekommen. Eiserne Treppen sind zwar bis zu einem gewissen Grade feuersicher, sie verdienten deßhalb wohl den Vorzug vor Holztreppen, allein da sie in der Hitze sich sehr rasch erwärmen, verändern, und an Festigkeit abnehmen, so sind sie bei ausgebrochenen Bränden doch nicht immer zu benutzen. Die einzig vollkommen feuersicheren Treppen können daher nur aus Steinen gefertigt werden.

Treppen, welche ganz aus Eisen hergestellt werden sollen, setzt man gewöhnlich aus einzelnen gegossenen Stufen zusammen, oder man construirt sie aus Eisenblech. Das Gußeisen ist bekanntlich in der Kälte und bei zufälligen heftigen Stößen dem Zerspringen ausgesetzt und es ist daher bedenklich, größere Etagentreppen aus diesem Material zu construiren, wenn man die Gußtheile nicht verhältnißmäßig sehr stark nehmen will. Indeß hat man solche Treppen, welche sich eine lange Reihe von Jahren, und bei lebhafter Passage, recht gut erhalten haben. Da die Stufen von gußeisernen Etagentreppen sich bald glatt ablaufen und deßhalb gefährlich werden, so hat man — auch um die Passage bei ausgebrochenen Bränden zu erhalten — die Trittstufen auch wohl mit Platten von natürlichen oder künstlichen Steinen, oder mit Cement, bekleidet. Für kleinere Lauftreppchen, welche nicht gleichzeitig von vielen Personen begangen, über welche keine schweren Gegenstände transportirt werden und die keinen starken Erschütterungen ausgesetzt sind gestattet die

Anwendung des Gußeisens, bei hinreichender Festigkeit, eine große Leichtigkeit und Zierlichkeit der Constructionen und Formen, durch Anwendung durchbrochener Musterung der Wangen, Tritt- und Futterstufen und reicher Profilirung. Solche kleinere gußeiserne Treppchen werden daher im Innern von Sälen u. s. w., wo es auf Raumersparniß ankommt und wo die freistehnde Treppe von allen Seiten sichtbar ist, vielfach angewendet.

Die eisernen Treppen sind in ihrer Anlage, Größe und Form den Holztreppen nachgebildet und nur die Detailconstructionen und Ornamentirung werden dem Material entsprechend motificirt. In den Abtheilungen der „Schule der Baukunst", Bd. 2, „Harres, Schule des Zimmermanns" und Bd. 3 „Fink, der Bautischler", wurde bereits das Nöthigste über Anordnung, Form und Construction von Holztreppen, gesagt, ferner wurden in „Harres, Schule des Steinmetzen", die Steintreppen besprochen. Wir verweisen auf diese Abtheilungen und beschränken uns hier darauf, das Nothwendigste über die Construction der eisernen Treppen anzuführen.

Die Neigung der Treppe, d. h. das Verhältniß der Breite des Auftritts zur Steigung, muß ganz so gewählt werden wie bei Holz- und Steintreppen, da dasselbe von dem Schritt und der Ausdauer des auf- und absteigenden Menschen abhängt. Von den verschiedenen Regeln zur Bestimmung des Auftritts und der Steigung führen wir nur die an, daß die doppelte Steigung und der Auftritt einer Trittstufe zusammen 24 bis 25 Zoll betragen soll. Ist hiernach die Steigung (Tritthöhe) gegeben und man verlangt den entsprechenden Auftritt (die Trittbreite) zu wissen, so nimmt man die Steigung — in Zollen ausgedrückt — doppelt und zieht diese von der constanten Zahl $24\frac{1}{2}$ ab. Ist dagegen der Auftritt gegeben und man verlangt die Steigung zu kennen, so zieht man das Maaß des Auftritts von $24\frac{1}{2}$ ab und halbirt den Rest: Beispiele: Die Steigung betrage 7 Zoll, so ist der Auftritt $= 24\frac{1}{2} - 2 \times 7 = 10\frac{1}{2}$ Zoll. Soll der Auftritt 12 Zoll betragen, so ist die entsprechende Tritthöhe $= \frac{24\frac{1}{2} - 12}{2} = 6\frac{1}{4}$ Zoll. Bei der Anlage der Treppe nimmt man zunächst eine ungefähre Steigung an, welche man den Stufen geben will und dividirt damit in die Stockwerkhöhe. Hierdurch erhält man die Anzahl der Tritte. Da die Division selten ohne Rest aufgeht, so muß man nun wiederum mit der gefundenen Anzahl Tritte in die Stockwerkhöhe dividiren um die wahre Steigung zu erhalten. Ist diese festgestellt,

so läßt sich nach der oben angeführten Regel auch leicht die Trittbreite bestimmen. Bei einer Treppe ohne Podest hat man stets eine Stufe, also auch einen Auftritt weniger, als Steigungen. Bei Treppen mit Podesten hat man immer um so viel weniger Auftritte gegen die Steigungen, als Podeste vorhanden sind, wozu auch der Austritt in der Stockwerkshöhe gezählt werden muß.

Bei Wendeltreppen erhalten die Trittstufen eine verjüngte Form, so daß der Tritt an der inneren Wange viel schmaler als an der äußeren Wange wird. In diesem Fall hat man sich die Gehlinie in den Grundriß einzuzeichnen, d. h. den Weg zu bezeichnen, welchen der Mensch beim Ersteigen der Treppe begeht. Die normale Trittbreite muß auf diese Linie aufgetragen werden. Bei Etagentreppen liegt die Gehlinie in der Mitte der Stufenlänge, bei kleineren Treppen dagegen etwas mehr nach der äußeren Wange oder Seite zu.

Treppen aus Gußeisen.

Die Construction solcher Treppen besteht im Wesentlichen darin, daß man entweder besondere Wangen gießt und hierauf die Tritte aufschraubt — ähnlich wie bei den aufgesattelten Holztreppen — ; oder, daß man eine oder zwei Stufen, als einen besonderen Theil gießt und diese Theile dann mit einander verbindet. Die erste Methode wird mehr bei Treppen mit geraden Armen und die letzte Methode wird mehr bei gewundenen Treppen angewendet, die sich dann frei tragen.

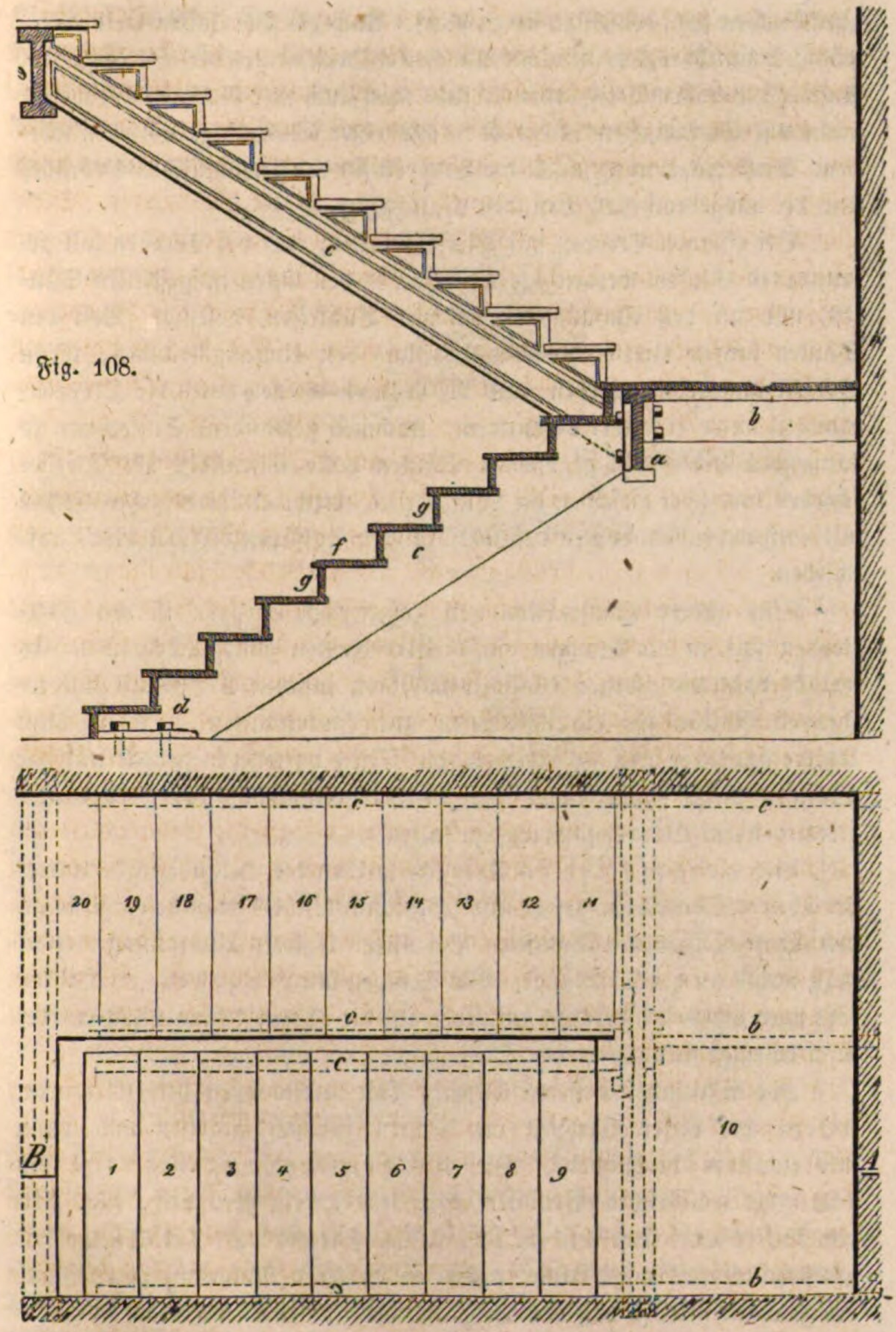
In Figur 108 ist eine zweiarmige Podesttreppe mit aufgesattelten Tritten im Grundriß und Vertikaldurchschnitt, nach der Linie A, B dargestellt. Das Podest hat eine ähnliche Construction wie bei den gleichartigen Holztreppen. Der eiserne Balken oder Träger a wird, wie aus dem Grundriß der Fig. 108 ersichtlich ist, in die Seitenmauern eingesteckt; man lagert ihn auf Hauptsteine oder auf Gußplatten. Gegen diesen Querträger legen sich die Treppenwangen an; damit derselbe aber durch den Druck nicht gebrochen wird, bringt man an den Stellen wo sich die Wangen anlegen Querriegel b, b, b an. Die Querriegel dienen zugleich zur Auflagerung der Podestplatten. Liegen die Mittelwangen weit auseinander, so sind an den betreffenden Stellen zwei Mittelquerriegel anzubringen. Die Querriegel b werden an den Podestträger a angeschraubt und zu dem Zweck an den betr. Stellen mit Lappen oder Winkeln versehen; ferner werden sie in die hintere Mauer gelagert. Der Podestträger a wird bei einer Länge von 100 Zoll für eine gewöhnliche Etagentreppe

hinreichend stark, wenn man ihm eine Höhe von 7 Zoll, Dicke von 1 Zoll und Rippen von ½ Zoll gibt. Man kann die Stärkeabmessungen berechnen, wozu die im ersten Abschnitt angeführten Formeln dienen, und wobei man eine 6—8fache Sicherheit annimmt. Die Querriegel sind ¾ Zoll dick und 4—5 Zoll hoch. Die Podeste werden mit gerippten oder auch mit durchbrochenen gußeisernen Platten belegt. Unter die stumpfen Stoßfugen werden entweder Flachschienen gelegt, oder die Platten werden mit Falzen versehen die sich in einander legen. Häufig — und am zweckmäßigsten — wölbt man die Podeste solcher Treppen mit Backsteinen aus; was leicht geschehen kann, wenn man die Podestträger unten mit starken Bodenrippen oder Köpfen versieht, welche den kleinen flachen Gewölbchen zur Auflage dienen.

Die Wangen c, c . . . sind je aus einem Stück gegossen und reichen vom Boden des Stockwerks bis zum Podest. Für eine gewöhnliche Etagentreppe von 45—50 Zoll Trittlänge reichen Wangen von 1 Zoll Dicke und 7 Zoll Höhe vollständig aus. Werden die Tritte länger, d. h. die Treppenarme breiter gemacht, so kann man leicht eine dritte und vierte Wange unter jedem Treppenarme anbringen. Die äußeren Seiten der Wangen werden mit ihren Aufsattelungen zusammen gegossen und gewöhnlich mit erhabenen Zierleisten versehen; man kann sie auch durchbrochen gießen lassen und in mancherlei Weise verzieren. Zur Befestigung der unteren Wangen am Fußboden, werden denselben Ansätze angegossen, mittelst welcher sie an eine starke steinerne oder eiserne Grundplatte angeschraubt werden. Die Schraubenbolzen werden in dem Grundmauerwerk oder Stein versenkt, verkittet und über den Ansätzen der Wangen verschraubt. Oben sind die Wangen auch mit Ansätzen versehen, vermittelst welcher sie an den Podestträger angeschraubt werden. Die oberen Wangen sind ebenfalls an den Podestträger und oben an einen eisernen Balken e geschraubt.

Die Trittstufen bestehen entweder aus einfachen Platten, welche auf die Wangen aufgeschraubt werden, oder die Stufenplatten f sind, wie in unserer Abbildung, mit angegossenen Vorplatten (Futterbretter) g versehen, mit welchen sie zusammen angeschraubt werden. Wendet man keine Vorbretter an, so müssen bei breiteren Etagentreppen die Trittplatten unter sich, zwischen den Wangen, mit Säulchen verbunden werden. Die Trittplatten werden bei kleineren Treppchen ¼ Zoll, bei breiteren Treppen ½ — ¾ Zoll dick gegossen. Die Stärke der Vorplatten braucht nicht über ½ Zoll zu betragen. Die Trittplatten müssen gerippt oder

Fig. 108.



durchbrochen sein, sonst sind sie zu platt. Auch die Vorplatten werden gewöhnlich durchbrochen, und mit mancherlei Ornamenten versehen, gegossen. Anstatt der vollen Trittplatten wendet man auch nur Rahmen an, welche dann mit Steinplatten belegt oder mit einer Cementlage versehen werden. Diese Anordnung macht die Treppen für den gewöhnlichen Gebrauch und bei ausgebrochenen Bränden praktikabler.

Bei eisernen Treppen mit Viertelpodesten, oder bei Treppen mit gewundenen Stufen werden die Tritte an in den Ecken aufgestellten Säulen, und an den Umfangswänden mit Bankeisen, befestigt. Von den Säulen laufen eiserne Podestbalken nach den Umfangswänden, wenn Podeste angeordnet werden, und die Säulen werden durch die Treppenwangen unter einander verbunden. Kommen gewundene Stufen vor, so kann man in die hohl gegossenen Säulen volle Eisenstäbe als Dörner schieben und über dieselben die Winkeltritte, welche an ihren spitzen Enden mit entsprechenden hohlen cylinderförmigen Aufsätzen versehen sind, aufschieben.

Eine andere Construction von gußeisernen Treppen ist den Holztreppen mit in die Wangen eingesteckten Tritten ganz nachgebildet. Es werden dann die eisernen Wangen an ihren inneren Seiten mit entsprechenden Nuthen für die Trittstufen und Futterplatten — wenn man letztere anordnen will — versehen, die Tritte dazwischen gesteckt und die Wangen durch einige unter den Tritten herlaufende und verschraubte schmiedeiserne Bänder sammenzugehalten.

Bei aufgesattelten Treppen werden die Geländerstäbe entweder oben auf die Tritte gesetzt und festgeschraubt, oder man befestigt sie an den Seitenflächen der Wangen. Bei dieser letzteren Anordnung verliert man nichts an der Trittlänge. Bei Treppen mit eingesteckten Tritten setzt man die Geländerstäbe entweder auf die oberen Wangenflächen oder man befestigt sie auch an den Seitenflächen der Wangen.

Sich freitragende gusseiserne Treppen. Wie bereits oben bemerkt wurde, werden bei diesen Treppen die Stufen für sich gegossen und dann mit einander verbunden. Die Etagentreppe in Fig. 109 bis 112 zeigt ein solches Beispiel. Fig. 109 ist ein Grundriß, Fig. 110 der Aufriß und Fig. 111 u. 112 stellen Details dar. Die Treppe hat zwei halbkreisförmige Arme, welche durch einen Ruheplatz von einander getrennt sind, so daß das Treppenhaus eine ellipsenähnliche Form erhalten hat. Das Treppenhaus ist ringsum mit Mauerwerk eingeschlossen, in welches die Trittstufen eingesetzt werden. Je eine Stufe bildet ein

Gußstück für sich. In Figur 111 ist die untere Ansicht einer Trittstufe dargestellt und Figur 112 zeigt den Durchschnitt einiger Stufen. Jeder Tritt ist hinten an der Satzstufe und an dem Trittbrett mit Ansätzen versehen. Durch diese Ansätze werden Schraubenbolzen gezogen, welche dann die Tritte fest mit einander verbinden. Unter dem Trittbrett einer

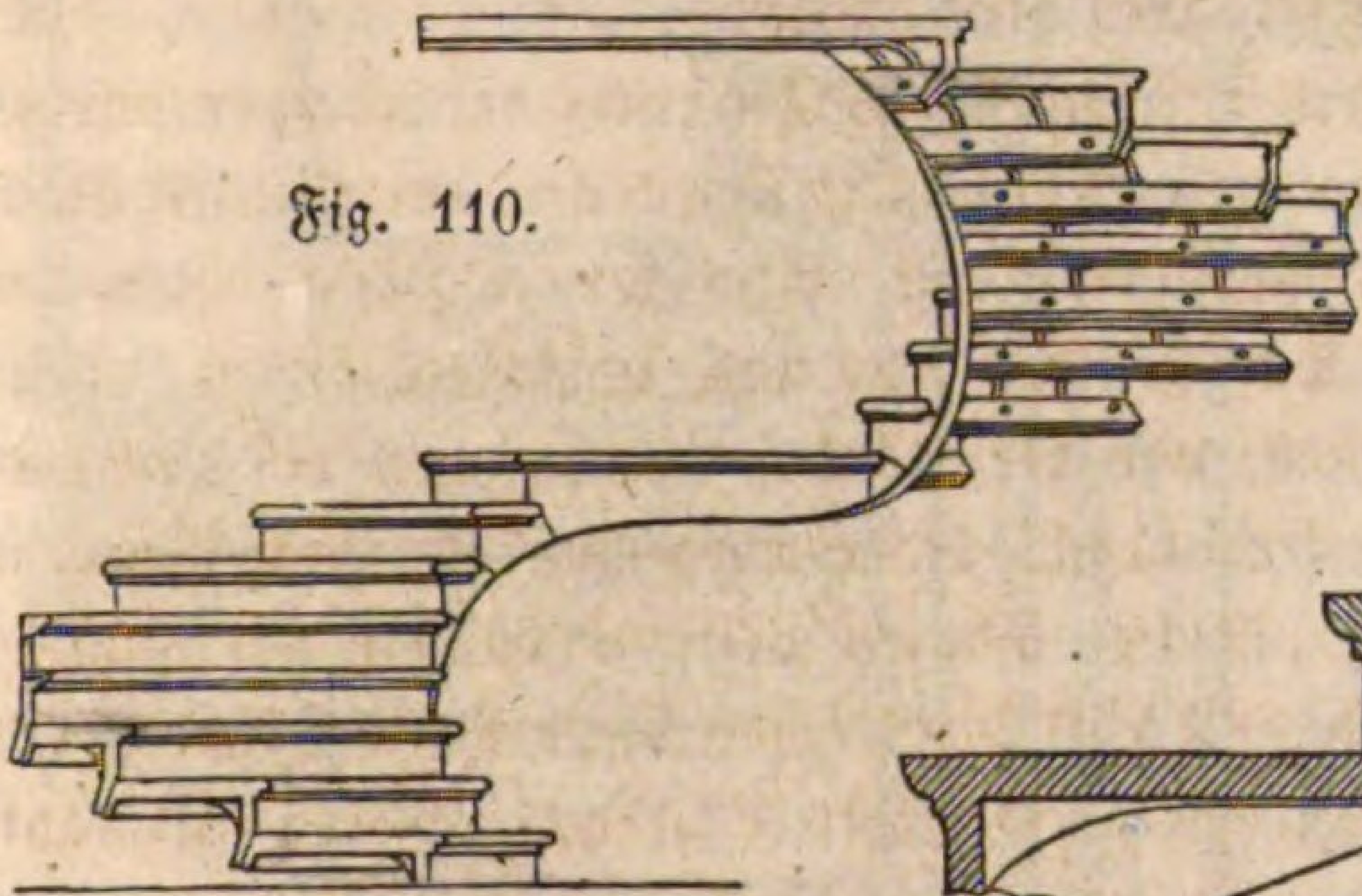


Fig. 110.

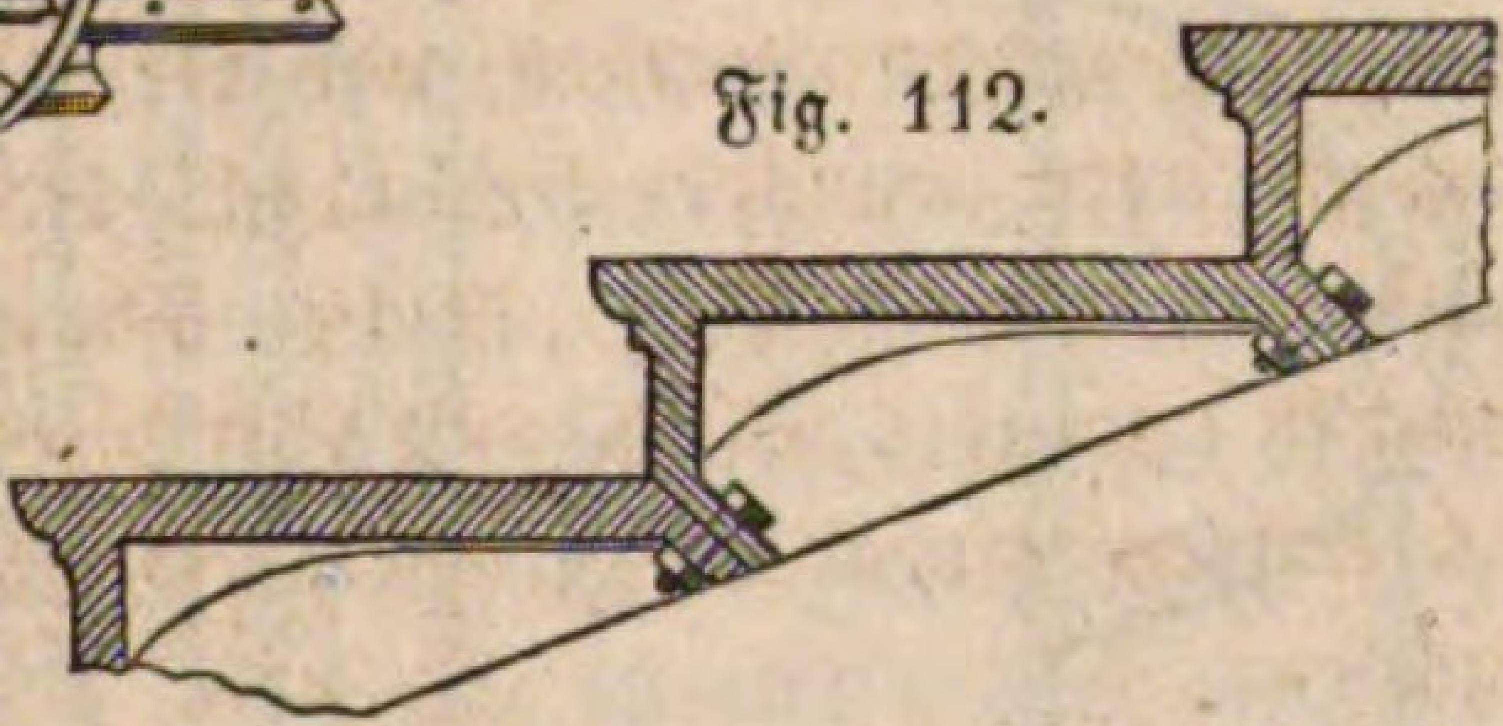


Fig. 112.

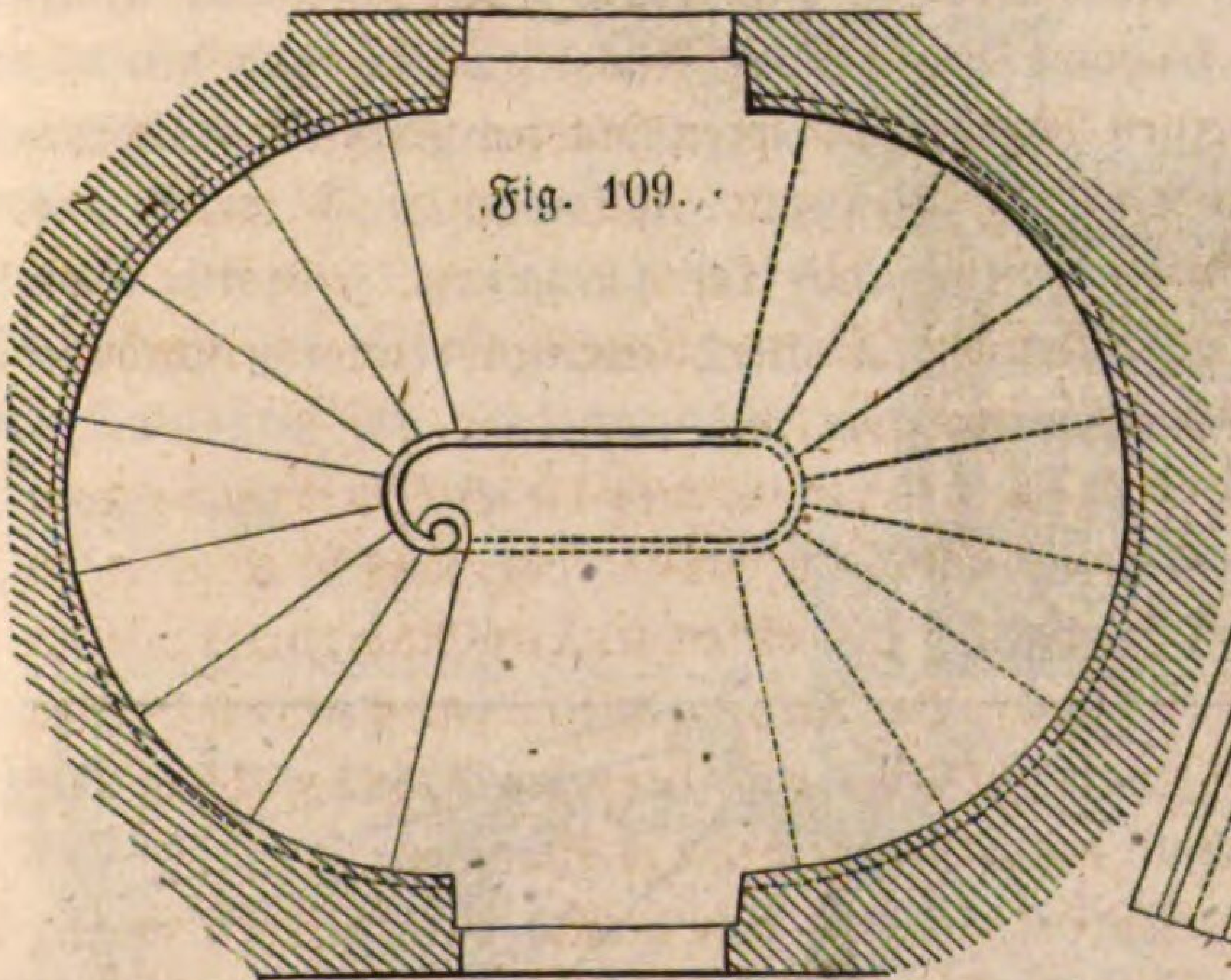


Fig. 109.

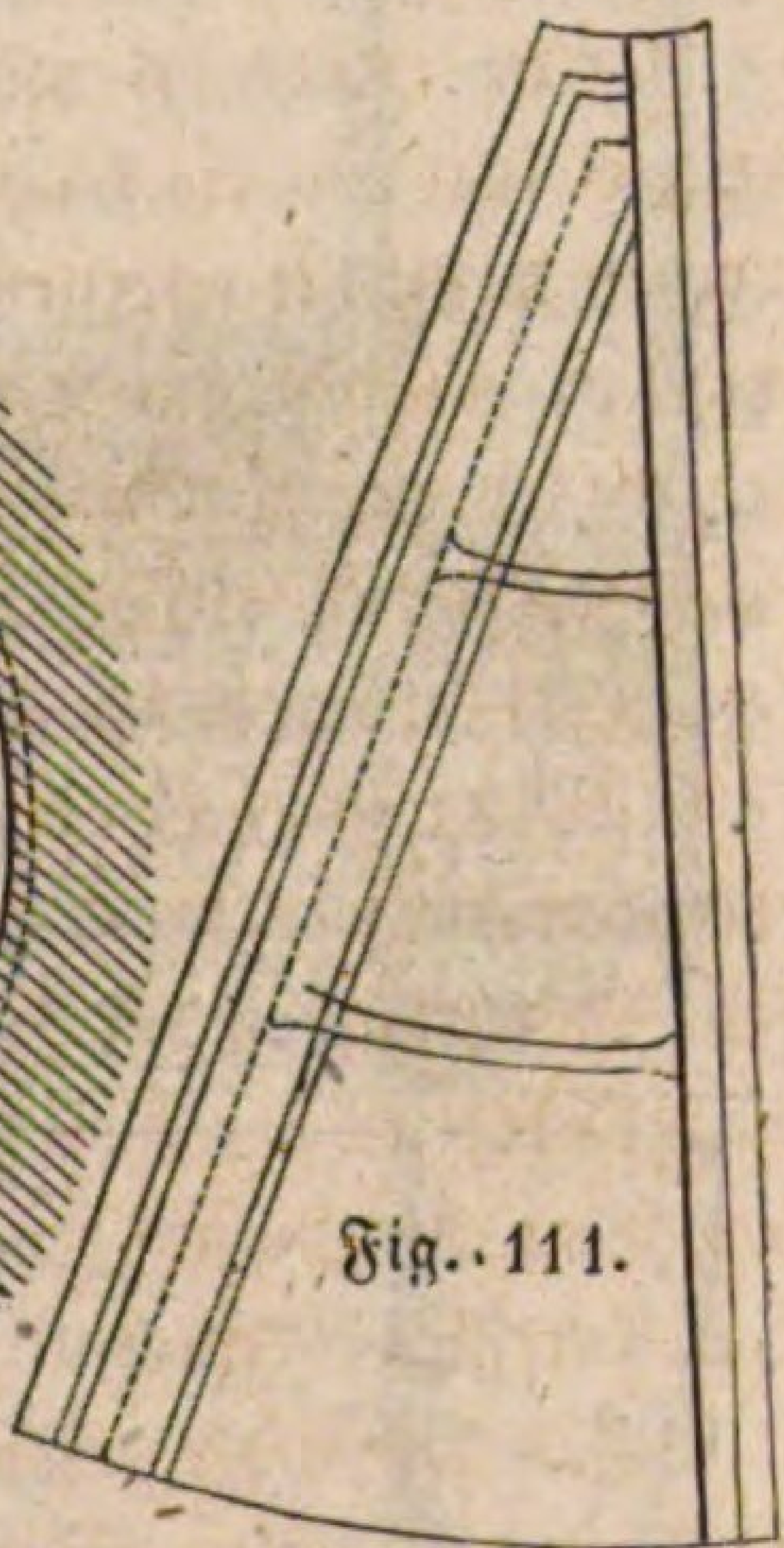
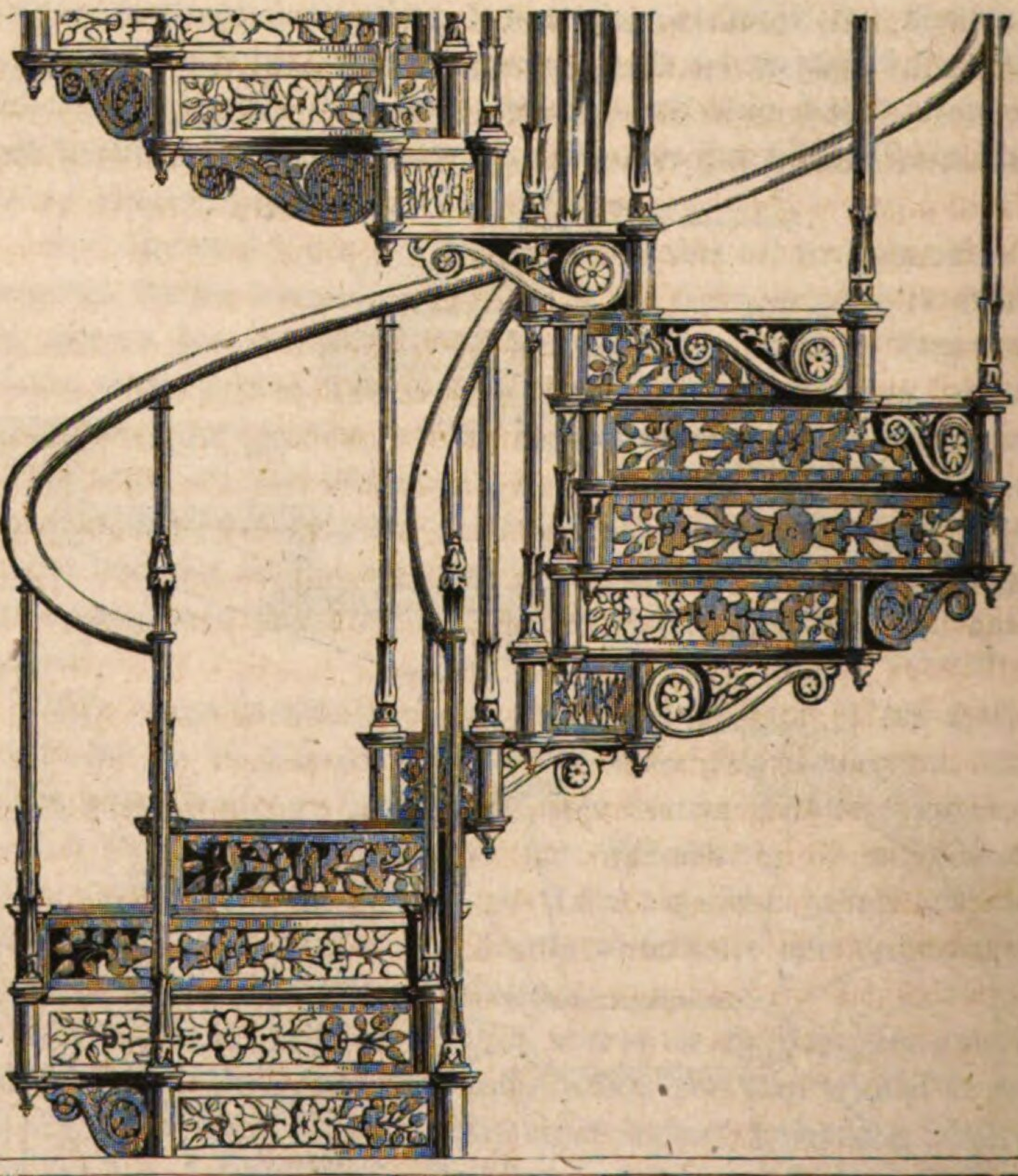


Fig. 111.

jeder Stufe befinden sich zwei Rippen zur Verstärkung des Tritts. Die Oberflächen der Trittstufen sind auch hier durch Rippen und Rinnen gerauht, weil sie sonst bald glatt abgetreten und dadurch für die Passage gefährlich werden. Zur Befestigung des Geländers sind die inneren Wangenplatten der Stufen mit Löchern versehen, in welche die Geländerdocken eingeschraubt werden.

Fig. 114.



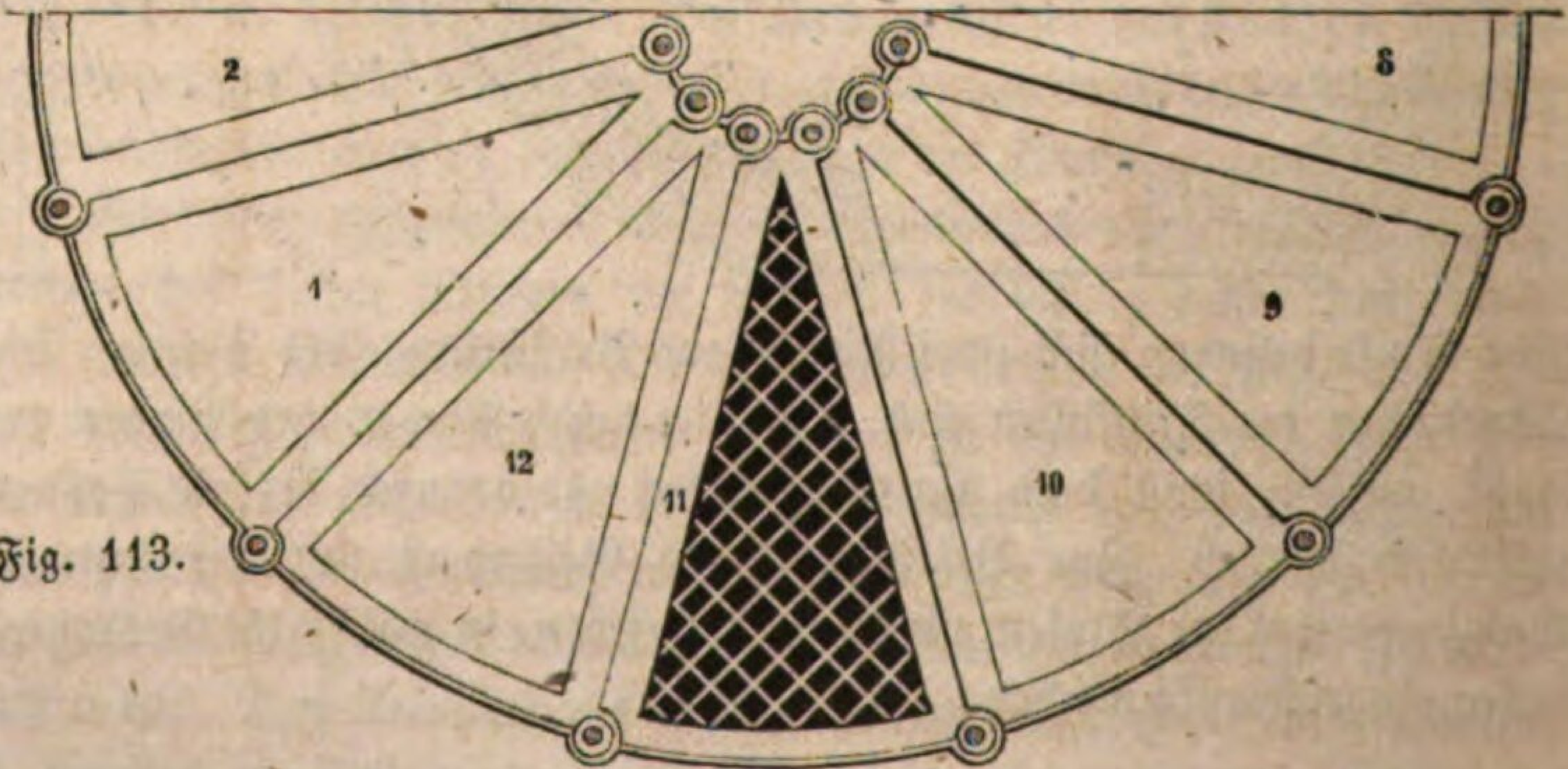
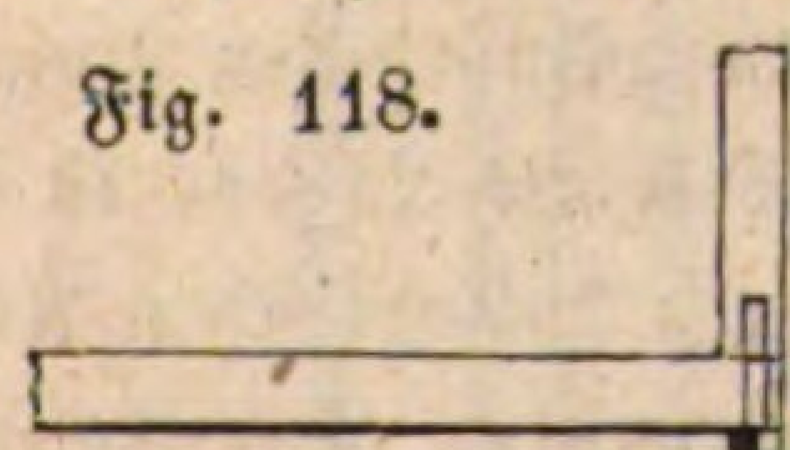


Fig. 113.

Freistehendes gusseisernes Lauftreppchen: Fig. 113 u. 114. In Fig. 113 ist ein halber Grundriß und in Fig. 114 ein Theil der Ansicht dargestellt. Das Treppchen hat einen kreisförmigen Grundriß, es steht ganz frei und ist nur unten und oben mit den Etagenfußböden verbunden. Sämmtliche Tritte sind von gleicher Form und über ein Modell gegossen. Häufig werden auch bei solch kleineren Treppen zwei Stufen zusammen in einem Stück gegossen, wodurch die Zahl der Verbindungsstellen um die Hälfte verringert wird und man in den Verzierungen der einzelnen Theile, ohne Mehrkosten, eine größere Mannigfaltigkeit erreichen kann. Man gibt z. B. den beiden Setzstufen verschiedene Ornamentirung, so daß sich dann diese Ornamente bei der stehenden Treppe abwechselnd wiederholen. Beim vorstehenden Treppchen liegen 12 Tritte in einer Windung (einem Umgang); hiernach sind die Tritte der unteren Windung um $12 \times 7 = 84$ Zoll von denjenigen der oberen Windung entfernt, weil die Tritthöhe (Steigung) 7 Zoll beträgt. Die Entfernung von 84 Zoll reicht hin um einen Menschen ohne Anstand passiren zu lassen; sie ist aber das Minimum dieses Maßes. Besser ist es, wenn man die Tritthöhe zu $7^1/_2$ Zoll annehmen, oder die Zahl der Stufen im Umgang vermehren kann, so daß der senkrechte Abstand des unteren Tritts von dem des überliegenden gleichen Tritt im zweiten Umgang wenigstens 90 Zoll beträgt. Bei dem vorstehenden Treppchen sind die einzelnen Tritte mit runden Ansätzen und Löchern zur Aufnahme der Geländerstäbe versehen. In Fig. 115 ist diese

Fig. 118.



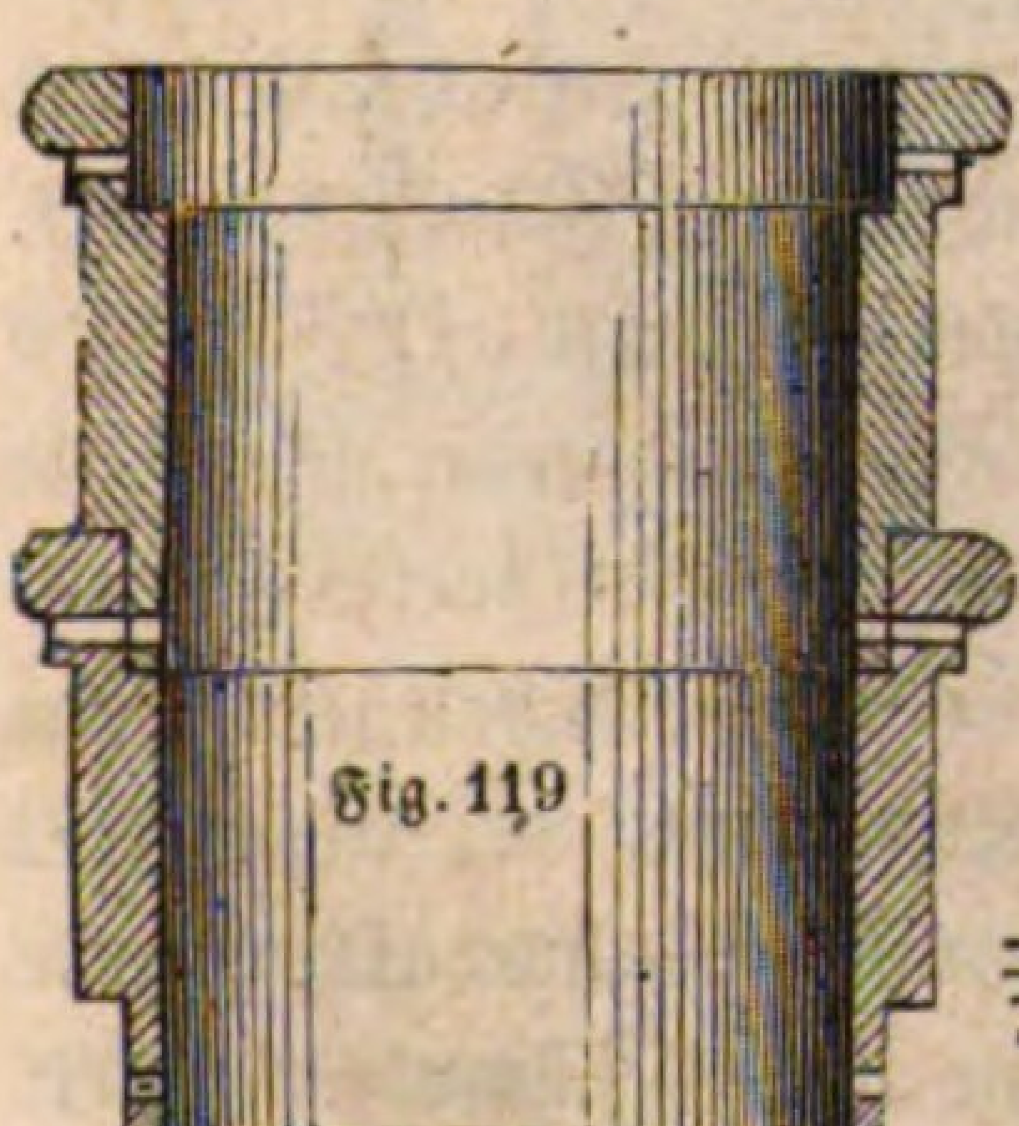


Fig. 119

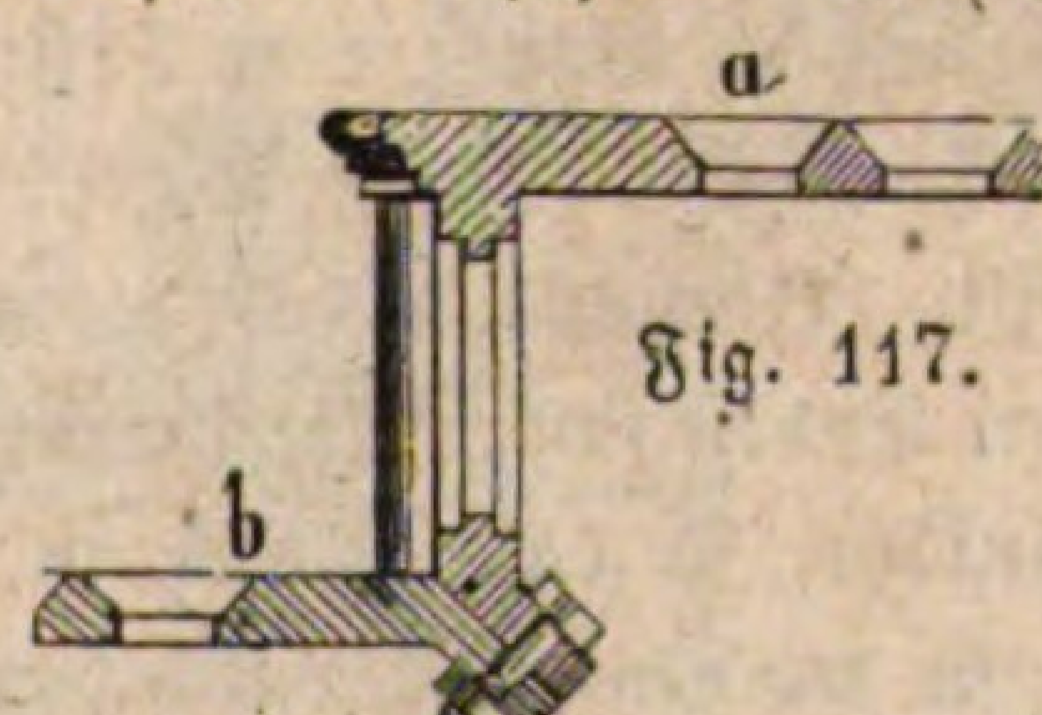


Fig. 117.

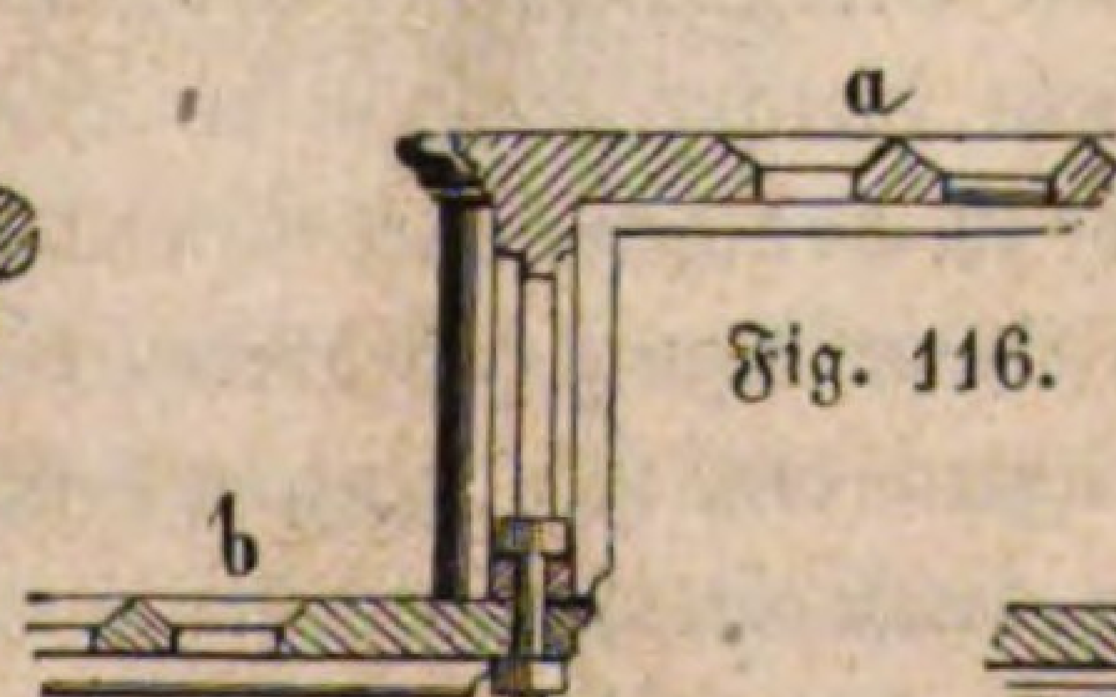


Fig. 116.

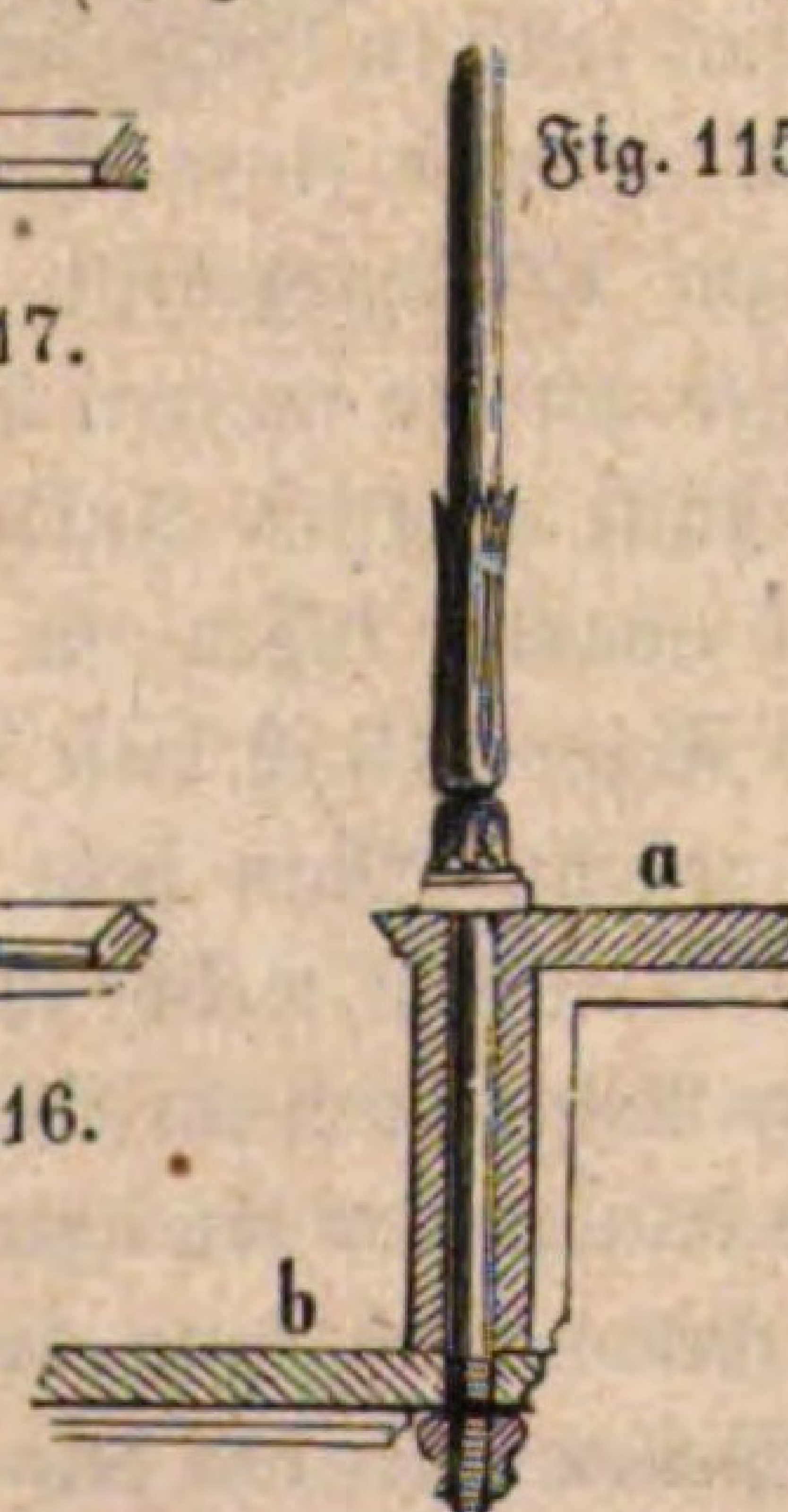


Fig. 115.

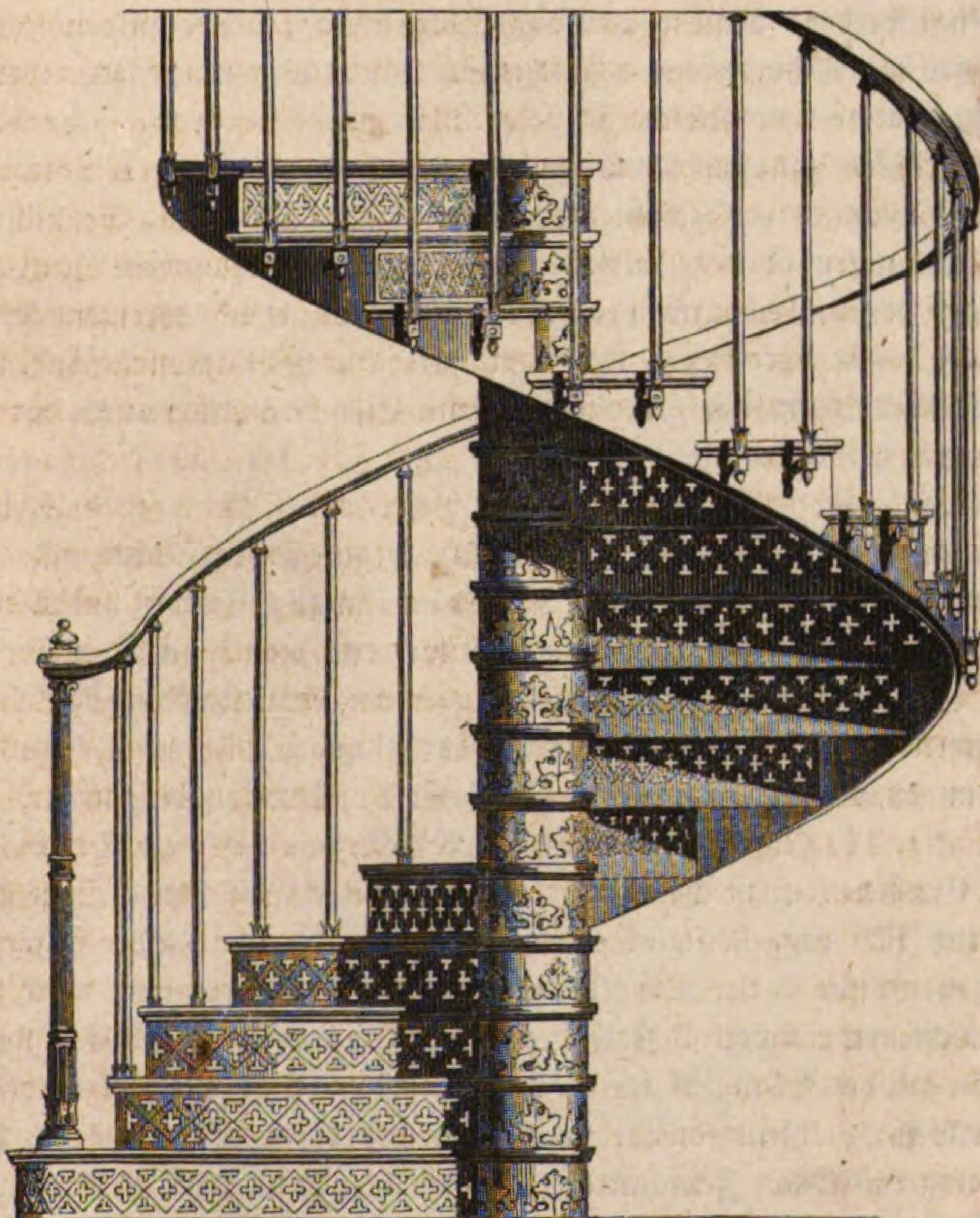
Verbindung in doppeltem Maßstab und im Durchschnitt dargestellt. Die Geländerstäbe, oder besondere Bolzen, gehen durch die Trittplatte des einen Tritts und dessen Setzstufe, sowie durch die Trittplatte des darunter be-

findlichen Trittes hindurch und werden unten festgeschraubt. Hierdurch sind nicht bloß die Geländerstäbe (Docken) festgestellt, sondern auch die beiden Stufen mit einander verbunden. Besser ist es, wenn an dem unteren Tritt noch eine breitere Seitenwand stehen bleibt, welche mit einem hohlen Cylinder versehen ist durch den der Geländerstab oder Bolzen durchgeht. Die Festigkeit der Verbindung wird von der Festigkeit des Eisens bedingt, welches das Bolzenloch umgiebt, und es empfiehlt sich daher, die Eisenmasse am Bolzenloch des unteren Tritts zu vermehren. Ein anderer Durchschnitt in Fig. 116 zeigt die weitere Verbindung der Stufen an mehreren anderen Stellen; es werden nämlich die Trittplatten der Stufen mit den darüber stehenden Setzstufen der oberen Tritte jedesmal mittelst Schraubenbolzen verbunden. In Fig. 117 ist eine andere Verbindung der Stufe dargestellt, welche empfehlenswerther ist als die in Fig. 116 gezeigte Verbandweise. Endlich gibt Fig. 118 eine dritte Verbindungsart, wobei die Trittplatten von unten an die Setzstufen angeschraubt werden.

Treppchen, welches um eine Säule geführt ist. Bei der in Fig. 113 u. 114 dargestellten Treppe lassen die Stufen in der Mitte der Treppe einen freien Raum; — ein Treppenlicht, — es ist deshalb auch ein inneres und ein äußeres Geländer erforderlich. Zuweilen kommt es vor, daß man diese Wendeltreppen um eine massive Säule, einen Pfosten 2c.; welcher zur Unterstützung der Decke dient, herumlegt. Man kann auch eine solche Säule mit der Treppe gleichsam aus einem Stück bestehen lassen, indem man jedem Tritt einen cylindrischen Ansatz gibt, welcher einen Theil der Säule bildet. Eine solche Treppe ist in Figur 120 dargestellt. Sämmtliche Tritte mit ihren cylindrischen Ansätzen an den inneren Enden sind über ein Modell gegossen. Die Cylinderstücke erhalten Ansätze, so daß sie sich in einander stecken lassen und auf einander ruhen; sie werden dann durch durchgesteckte Bolzen befestigt. In Figur 119 ist diese Verbandweise in doppeltem Maßstab der Fig. 120 dargestellt. Man sieht hieraus, daß in der Mitte der Treppe eine hohle Röhre entsteht, welche zu mancherlei Nebenzwecken verwendet werden kann. Die Röhre kann zur Unterstützung des oberen Gebälkes dienen und kann als Rauchröhre für irgend eine Feuerung, als Dunströhre 2c.; verwendet werden. Man kann auch eine schmiedeiserne runde Stange als Säule aufstellen und die mit cylindrischen Hülsen an ihrem schmalen Theil versehenen Stufen darüber schieben. Die Stange wird dann unten in einen Bodenstein eingelassen und auch oben entsprechend befestigt. Die

Treppenöffnung wird am Austritt mit einem Kranz versehen, welcher aus mehreren Theilen besteht die mit Flanschen versehen sind und durch Schrauben verbunden werden. Der Kranz wird in das Stockwerksgebälke oder Gewölbe eingesetzt und festgeschraubt.

Fig. 120.



Bei dem in Fig. 120 abgebildeten Treppchen sind die Geländer-Doggen nicht auf die Tritte gesetzt worden, sondern sie sind seitlich angeschraubt; hierdurch wird der Raum der Treppe vergrößert und es ist gestattet, die Gehlinie aus der Mitte der Stufen etwas mehr nach deren äußerem Ende zu verlegen.

Treppen aus Schmiedeisen in Verbindung mit Blech oder Steinen.

Schmiedeisen wird in Verbindung mit Gußeisen, mit Steinen, oder mit Blech zur Herstellung von Treppen verwendet. In allen diesen Fällen wird von Schmiedeisen das Treppengerüste oder Gerippe gebildet. Die Trittstufen können dann aus gewalzten Blechen, oder aus künstlichen und natürlichen Steinen bestehen und auf das Gerippe befestigt werden. Man wendet auch Holztritte an, welche an den unteren Flächen mit Schwarzblech beschlagen und auf das schmiedeiserne Gerippe geschraubt werden. Solche Treppen mit schmiedeisernen Gerippen haben eine größere Festigkeit als die gußeisernen Treppen; sie stehen denselben aber hinsichtlich des gefälligen Ansehens nach, wenn man sie nicht mit angeschraubten oder genieteten Verzierungen von Gußeisen, Zink oder Bronze versieht, wodurch ihre Herstellungskosten jedoch bedeutend erhöht werden. Für Localitäten wo es auf Eleganz nicht ankommt, lassen sich durch Verbindung von Schmiedeisen mit Eisenblech leichte und sehr feste Treppen herstellen; sie sind deßhalb für Fabriken, Waarenmagazine, Kasernen, als Nebentreppen für Wohngebäude u. s. w. zu empfehlen, sofern man dort keine ganz steinerne Treppe anlegen kann oder will.

Treppen aus Schmiedeisen und Blech können in allen Formen und Dimensionen ohne Schwierigkeit angefertigt werden; man kann sie in Formen von Wangentreppen mit eingesteckten oder aufgesattelten Stufen, oder als Wendeltreppen ohne Seitenflächen oder Wangen bilden. Unsere Abbildungen, Fig. 121 bis 126 stellen beide Constructionsweisen dar.

Fig. 121 zeigt zum Theil in der Ansicht, zum Theil im Durchschnitt eine Construction welche den Holztreppen mit eingesteckten Tritten nachgebildet ist. Fig. 122 gibt einen Theil des Querschnitts der Fig. 121, nach der Linie AB. Die Wange einer solchen Treppe wird durch zwei Eisenschienen a a von 2 Zoll Breite und 4 Linien Dicke gebildet, welche außen auf das Wangenblech b aufgenietet sind. Das Blech — schwaches Kesselblech — dient sowohl zur Verstärkung der Wangen als zur Verkleidung derselben. Zwischen die Wangenschienen sind, zur Verspannung, die Querstücke c genietet, vor welche später die Futterbleche gesetzt und festgenietet werden. Beide Wangen des Treppenarms werden durch die horizontalen Stäbe d und e mit einander verbunden. Dieselben erhalten Zapfen, welche durch die Wangenschienen durchgehen und hier vernietet oder verschraubt werden. Die Trittstufen können aus Gußplatten, aus Kesselblech oder aus Platten von natürlichem oder Chamottstein bestehen; sie legen sich auf die horizontalen Schienen e und d. Will man die Oeff-

nungen zwischen den Tritten verschließen, so geschieht dies durch gewöhnliches starkes Schwarzblech, welches dann die Stelle der Futterbretter versieht. Diese Bleche werden zwischen die horizontalen Stäbe e d und die Verspannungsschienen c geschoben und festgenietet.

In Fig. 123 ist die Construction mit aufgesattelten Trittstufen dargestellt. a a sind wieder die beiden Wangenschienen, welche hier $1^1/_2$ Zoll breit und 3 Linien dick und vor das Wangenblech gesetzt sind. Das Wangenblech b kann von gewöhnlichem Schwarzblech genommen werden, da es mehr zur Verkleidung der Treppenseiten als zum Tragen bestimmt ist und die Wangenschienen mit den Stufenschienen ein festes Gerähm bilden. Die Wangenschienen a liegen außen auf dem Blech b, welches oben nach der Trittform ausgeschnitten ist. Die Schienen c und d sind auf der Rückseite des Blechs angenietet; sie verbinden nicht allein die Wangenschienen a a fest mit einander und mit dem Wangenblech, sondern dienen auch zur Befestigung der Trittstufen und Futterbretter. Wenn die Länge der Blechtafeln nicht ausreicht um die Wangenbleche aus einem Stück zu machen, so müssen sie gestoßen werden. Entweder legt man sie dann über einander und vernietet sie; oder man stößt sie — wie bei A in Fig. 123 — stumpf zusammen und nietet auf der Rückseite einen Blechstreifen darüber. Da die Auftrittschienen d über die Steigungsschienen c weglaufen, so müssen sie an diesen Stellen verkröpft werden.

Die Trittstufen macht man entweder von Kesselblech, oder man verwendet gegossene Platten, Steinplatten, Cementplatten, oder Holztafeln, die auf der Rückseite mit Schwarzblech beschlagen sind. Sind die Trittstufen von Eisen, so werden sie auf die Auftrittsschienen d aufgeschraubt, welche zu diesem Zweck an der Seite lappenförmige Ansätze o (Fig. 124) erhalten. Sind die Trittstufen von Stein oder Holz, so läßt man die Steigungsschienen c oben vorstehen und versenkt sie in entsprechende Löcher der Tritte; oder man versieht dieselben mit runden Gewindzapfen n, (wie Fig. 125 zeigt) und schraubt sie oben durch versenkte Muttern fest. Für weitere Befestigung können an die Auftrittschienen d, Lappen m, mit Gewindzapfen angenietet werden, die in gleicher Weise durch versenkte Muttern den Holztritt festhalten. Holztritte werden in gleicher Weise wie bei aufgesattelten Holztreppen seitwärts herumgeführt und hinter den nächsten Futterstufen verknöpft. Die Futter f können von gewöhnlichem Schwarzblech gemacht werden. Man biegt sie unten und oben um, wenn eiserne Trittstufen vorhanden sind und vernietet sie mit denselben, (Fig. 123).

Sind hölzerne Trittstufen angewendet, (Fig. 125) so nagelt man die Futterbleche unten an die Hinterkanten der Tritte.

Die Befestigung der Treppe an ihrem unteren Theil und die Fürsorge gegen Verschieben derselben kann auf verschiedene Weise geschehen. In Fig. 123 ist eine Befestigungsart dargestellt. Dort sind die vertikalen Steigungsschienen c c des unteren Tritts verlängert und in einen massiven Stein eingelassen. Man kann auch die Treppe unten auf eine Gußplatte

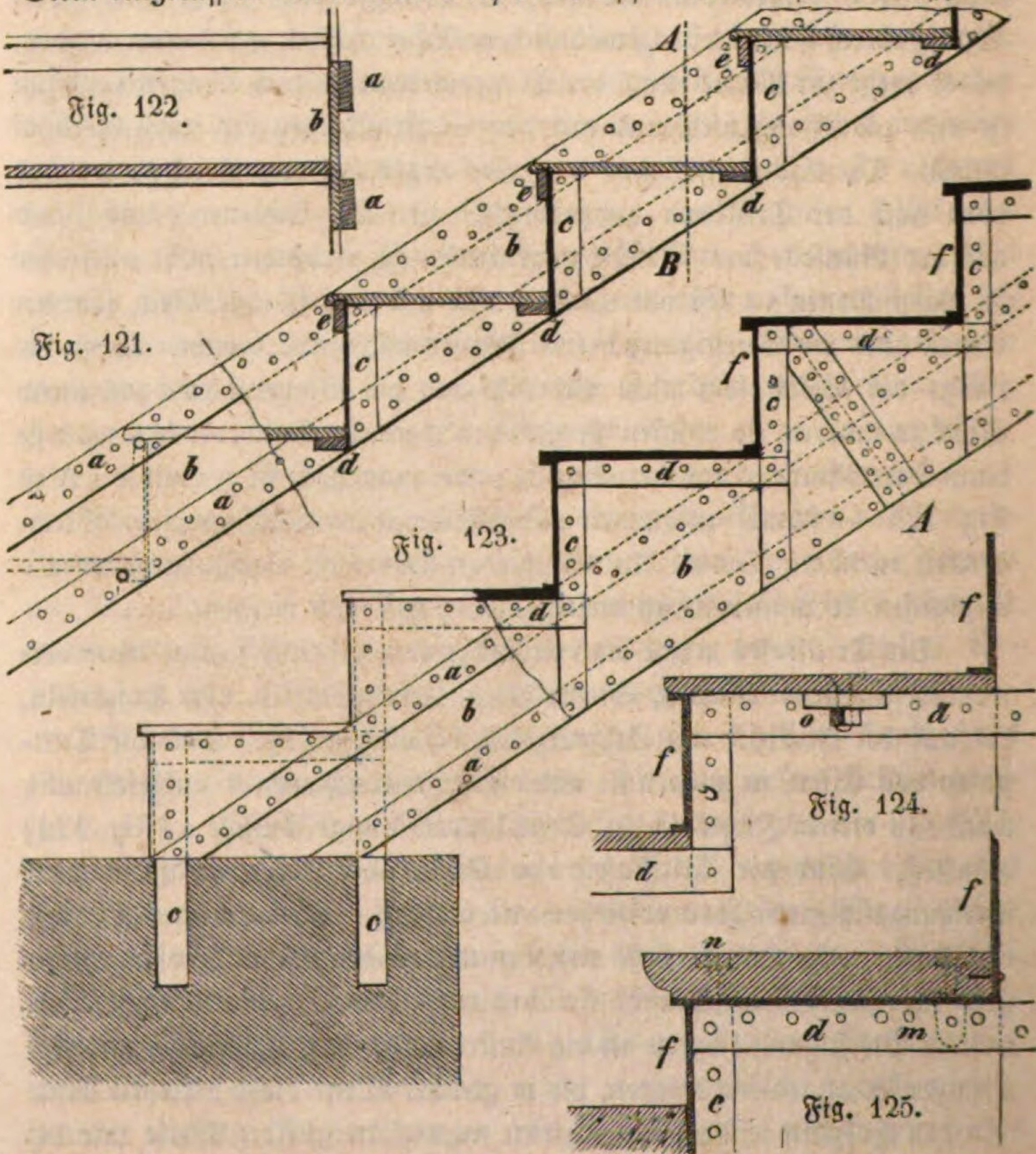
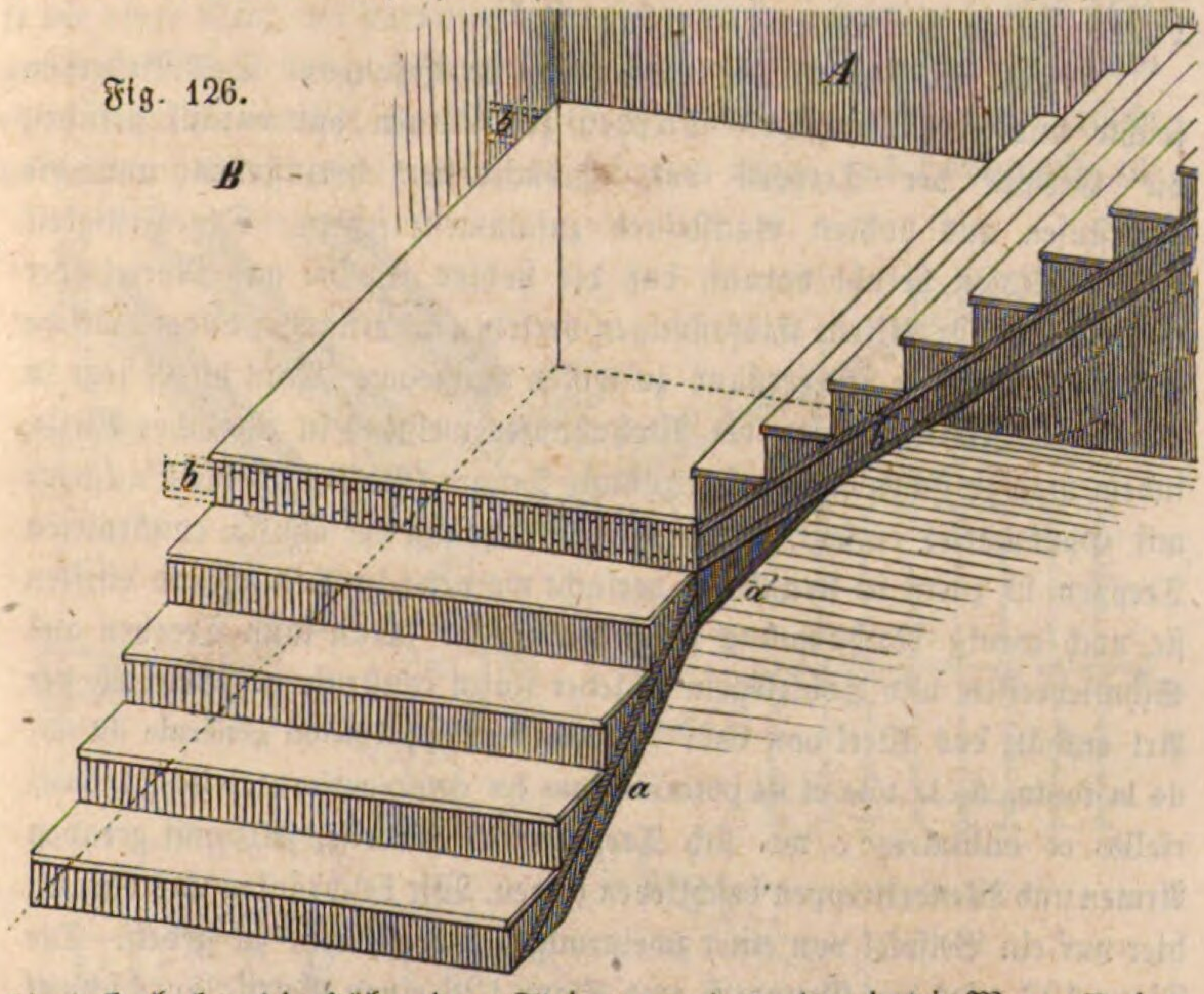


Fig. 122. Fig. 121. Fig. 123. Fig. 124. Fig. 125.

aufsetzen und darin die Schienen c c befestigen. Oder man verbindet mit den Seitenwangen der Treppe eine horizontale Bodenplatte, welche auf den Stein- oder Holzfußboden zu liegen kommt und mit demselben verschraubt oder vernagelt wird. Oben am Austritt kann die Treppe in ähnlicher Weise befestigt werden.

Bei Podesttreppen läßt man die Wangen des unteren Treppenarms bis zur Umfangsmauer in gerader Richtung fortlaufen und mauert sie dort ein. Die Wangen des folgenden oberen Treppenarms läßt man ebenfalls in gerader Richtung in die gegenüberstehenden Umfangsmauern laufen und setzt sie auf die Wangen des unteren Treppenarms. In Fig. 126 ist diese Anordnung verdeutlicht. Die Wange a a' besteht aus einem Stück, wovon der Theil a', welcher unter dem Podest liegt, horizontal ist und in die Umfangsmauer A eingesteckt wird. Die hintere Wange desselben Treppenarms, welche an der Mauer B liegt, hat dieselbe Gestalt und wird in gleicher Weise befestigt. Die Treppenwangen b b' bestehen ebenfalls aus einem Stück; ihre Theile b' b' ruhen auf den Wangenstücken

Fig. 126.



a' a', sie haben die Höhe einer Steigung und werden in die Mauer B eingesetzt. Wenn das Podest groß ist, kann man die Wangenträger b' b' unter sich durch Querträger verbinden, auf welche die Podestplatten aufgelegt und angeschraubt werden.

Wendeltreppen lassen sich von Blech sehr leicht herstellen. Kleine Lauftreppchen, zum leichten Verkehr zweier Stockwerke, können aus starkem Schwarzblech zusammengenietet werden; für gewundene Etagentreppen verwendet man Kesselblech. Bei freistehenden Wendeltreppen werden die

Stufen um eine schmiedeiserne cylindrische Vertikalstange gelegt und daran befestigt. Man nietet nämlich die Trittstufe mit ihrem Futterblech an der vorderen Kante zusammen, indem man das Futterblech etwas — etwa 3/4" — abbiegt; ferner wird das Futterblech an dem spitzen Ende des Tritts länger genommen als die Trittstufe und zu einer Hülse umgebogen, welche sich über die schmiedeiserne Treppenspindel schieben läßt. Die Futterbleche werden auch unten nach der Hinterseite der Treppe um 1½ Zoll abgebogen und später mit den Trittstufen der darunter liegenden Tritte vernietet, wenn die Treppe aufgestellt wird. Die Seiten der Treppe können offen bleiben oder durch ein Wangenblech geschlossen werden. Die Geländerstäbe setzt man auf die Trittstufen oder befestigt sie an den Seiten derselben.

Treppen aus Schmiedeeisen in Verbindung mit Hohlziegeln. Das Bestreben leichte und doch feuersichere Treppen zu erbauen hat darauf geführt, die Gerippe der Treppen von Schmiedeisen herzustellen und die Trittstufen aus hohlen Backsteinen zusammenzusetzen. Die Festigkeit solcher Stufen beruht darauf, daß die hohlen Steine mit Mörtel oder Cement in feste eiserne Einfassungen versetzt, Oberflächen bilden, welche einen bedeutenden Wiederstand zu leisten vermögen. Man bildet jetzt in Paris die Zwischendecken der Wohnhäuser meistens in ähnlicher Weise, indem man zwischen eiserne horizontale Träger (Balken) hohle Backsteine mit Gypsmörtel einsetzt. Auch die Anwendung der ähnlich construirten Treppen ist zuerst in Frankreich versucht worden; in Deutschland dürften sie noch wenig Nachahmung gefunden haben. Man kann Treppen aus Schmiedeeisen und Hohlziegeln in jeder Form construiren. Beispiele der Art enthält das Werk von Eck: „Traité de l'application générale du fer, de la fonte, de la tôle et de poteries dans les constructions civiles, industrielles et militaires", wo sich Treppen verschiedener Art mit geraden Armen und Wendeltreppen beschrieben finden. Wir beschränken uns darauf, hier nur ein Beispiel von einer zweiarmigen Podesttreppe zu geben. Die Figur 127 zeigt den Grundriß und Figur 128 einen Vertikaldurchschnitt dieser Treppe. Am Anfang des Podestes liegt ein starker eiserner Riegel welcher in die Seitenmauern des Treppenhauses eingemauert ist und durch zwei Sprengwerke gestützt wird. Im Durchschnitt, Figur 128, ist ein solches Sprengwerk unter dem Podest zu ersehen, und es ist auch aus der Zeichnung zu entnehmen, wie dasselbe in der Hintermauer des Treppenhauses verankert wird. Die Sprengwerke sind durch Streben verspannt,

welche zugleich das Podest in kleinere Felder theilen. Diese Felder werden, wie die Treppenstufen, mit Hohlziegeln ausgefüllt.

Jeder Treppenarm hat in seiner inneren Seite eine Wange, bestehend aus einer Eisenschiene, welche an dem einen Ende mit dem Podest, am anderen Ende mit dem Fußboden befestigt wird. Von diesen Wangen aus gehen je zwei eiserne Riegel für jede Stufe horizontal und senkrecht gegen die Mauer des Treppenhauses und in dieselbe. Die Figur 129 zeigt die Verbindung der Stufenriegel mit den Wangen. Der so zwischen den Riegeln, der Wange und der Mauer gebildete Raum wird durch hohle Backsteine von verschiedener Höhe ausgefüllt. In Fig. 130 sind diese Steine mit c, c, c bezeichnet. Man kann die eisernen Riegel so setzen, daß je die obere Stufe die darunter befindliche Stufe um etwa 1 Zoll übergreift und sich so auf dieselbe aufsetzt. Es wird die Festigkeit der Treppe zwar dadurch vermehrt, es ist dies jedoch nicht nothwendig, weil Versuche dargethan haben, daß die in der bezeichneten Weise aus Hohlziegeln zu-

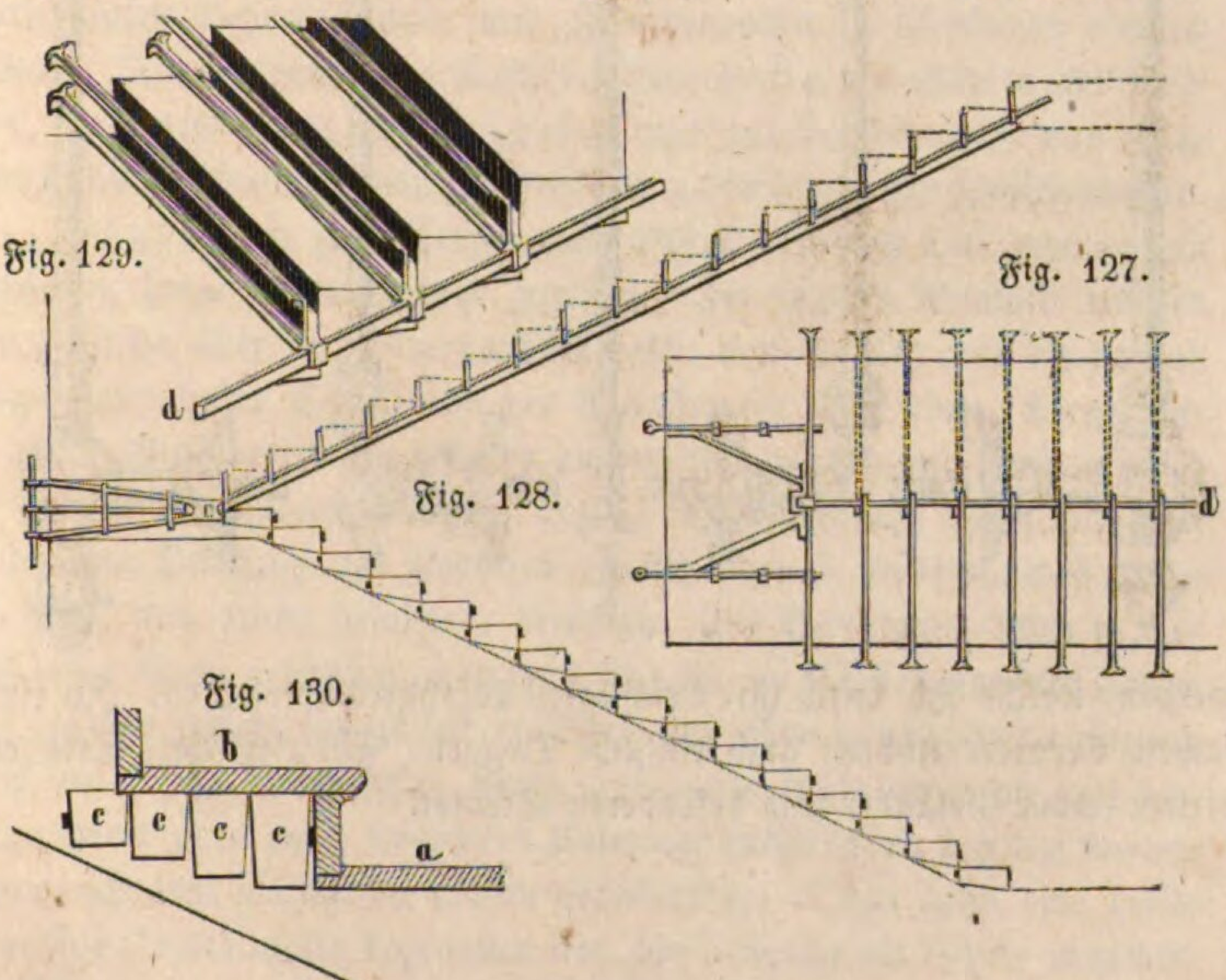


Fig. 129. Fig. 127. Fig. 128. Fig. 130.

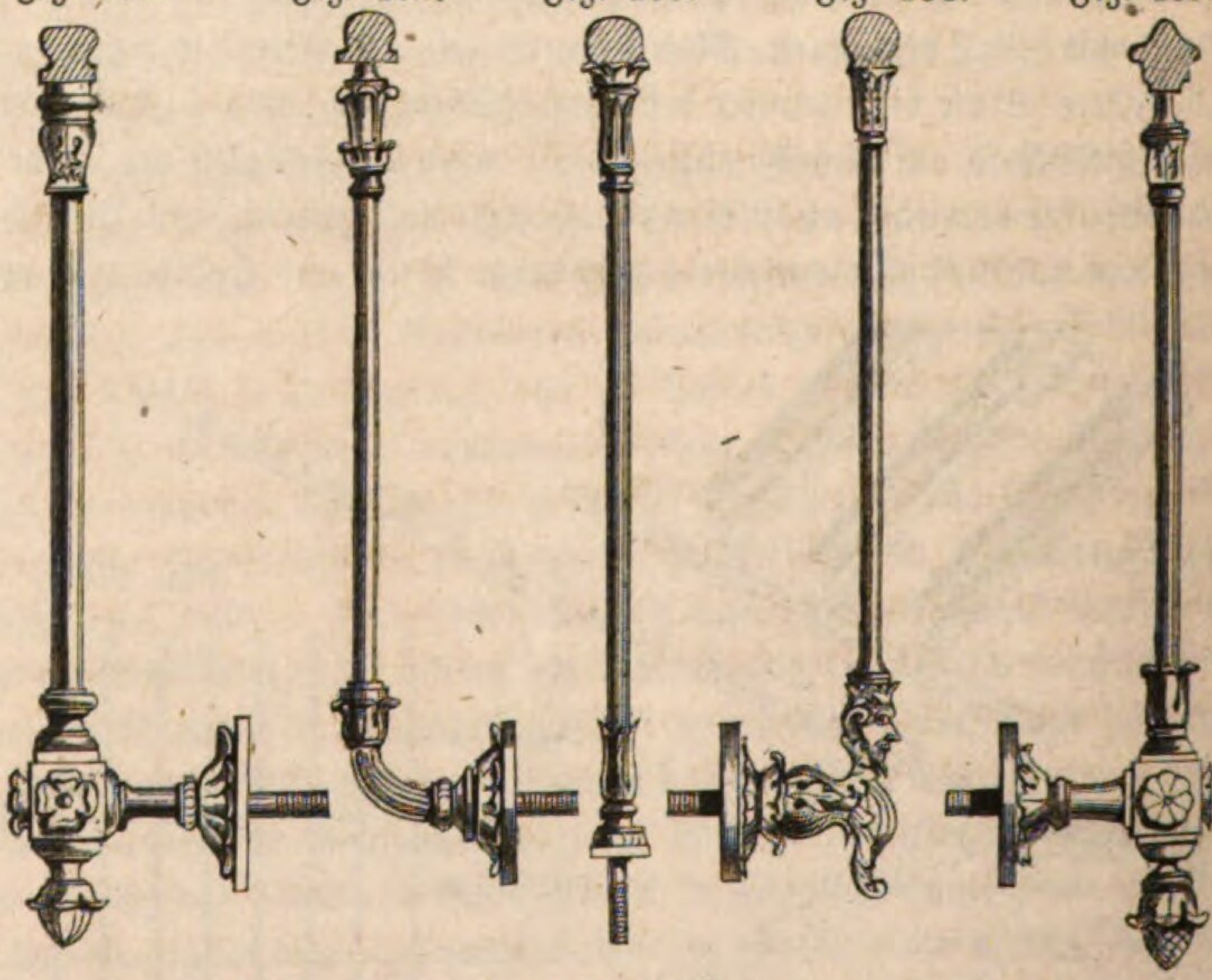
sammengesetzten Stufen eine weit größere Belastung zu tragen vermögen, als ihnen jemals auferlegt wird. Man bekleidet die Stufen mit Steinplatten auf ihren Trittflächen; oder mit Trittbretter und Setzstufen von Holz, wie Figur 130 bei a und b zeigt.

Wenn bei einer Treppe freiliegende Arme vorkommen, so ist es selbstverständlich, daß beiderseits Wangen angebracht werden müssen, an welchen übrigens die Querriegel zur Bildung der Treppenstufen ganz so angebracht und befestigt werden, wie bei Figur 129 gezeigt wurde.

Treppen von Eisen und Hohlziegeln können ebenso zur inneren Verzierung ausgebildet werden, wie die Treppen aus anderem Material.

Wir geben nun noch in Figur 131 bis 135 incl. fünf verschiedene Muster für Geländer-Doggen, welche aus Gußeisen oder Zink gegossen sind. Auch können für die geraden Theile messingene Röhren verwendet

Fig. 131. Fig. 132. Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135.



werden, welche sich durch ihre Leichtigkeit besonders empfehlen. Zu einfachen Treppen gehören auch einfache Doggen. Für zierlichere Treppen dienen schöne Geländer zum besonderen Schmuck.

Vierter Abschnitt.

Von der Anwendung des Eisens bei Ueberdeckungen und zur Herstellung von Zwischendecken.

In der Neuzeit, wo das Eisen im Bauwesen überhaupt eine ausgedehntere Anwendung gefunden hat, wird es auch bei Herstellung von horizontalen Ueberdeckungen und Zwischendecken in Gebäuden vielfach benutzt. Die Anwendung erstreckt sich vornehmlich auf Säulen und Träger zur Unterstützung von Holzdecken, und auf Verbindungen von Guß- und Schmiedeisen mit Stein zur Herstellung von feuerfesten Zwischendecken.

Säulen die zum Tragen von Lasten bestimmt sind, werden von Gußeisen hergestellt und hohl gegossen. Im zweiten Abschnitt wurden die Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Säulen und die daraus abgeleiteten besten Verhältnisse der Abmessungen angegeben. Wenn nur in einem Stockwerk solche Säulen angewendet werden und darüber nicht, so werden die Säulen entweder ganz stumpf unten auf Stein und oben unter den Durchzug des Gebälkes gestellt, oder sie werden, was besser ist, oben und unten besonders befestigt. Die Befestigung kann in verschiedener Weise geschehen, man versieht z. B. die Säulen an ihren Enden mit Zapfen welche sich unten in Stein und oben in das Holz einsetzen; oder man setzt die Säulen unten auf breite Gußplatten die auf dem Mauerwerk oder einer steinernen Unterlage entsprechend befestigt werden und verschraubt hiermit die breiten Säulenfüße. Oben kann eine breite viereckige Kapitälplatte angegossen sein, durch welche die Säule ebenfalls angeschraubt wird. Bei einer anderen Verbindung werden die Säulenenden horizontal abgeschliffen und stumpf aufgesetzt, um den Fuß und das Kapitäl der Säule werden jedoch Ringe gelegt, die auf dem Boden und der Decke angeschraubt werden und zwischen welche die Säule sich einsetzt. Diese Verbindung ist empfehlenswerth.

Wenn in Gebäuden mehrere Säulen über einander, in auf einander folgenden Stockwerken, angeordnet werden müssen, so sollen die Säulen welche lothrecht über einander stehen, unmittelbar auf einander ruhen und entsprechend verbunden werden. Die späteren Abbildungen enthalten mehrere Beispiele der Art; hier geben wir zunächst in Fig. 136 eine solche Verbindung, wie sie für die neue Uhlanenkaserne bei Berlin projectirt war, aber später nicht zur Ausführung gekommen ist, weil die oberen Säulen von Holz gemacht wurden. (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen). Die untere Säule a ist rund und hohl gegossen, sie trägt oben einen viereckigen Zapfen b, auf welchen sich der entsprechende Zapfen c der oberen Säule aufsetzt. Eine Muffel d umschließt die Zapfen und sichert deren Stand. An der Muffel, welche in Fig. 137 für sich im Grundriß dargestellt ist, befinden sich 4 Console angegossen, die den Durchzügen e e, als Auflage dienen und mit denselben verschraubt sind. Auf den Durchzügen liegen die Deckenbalken die den Fußboden tragen.

Fig. 136.

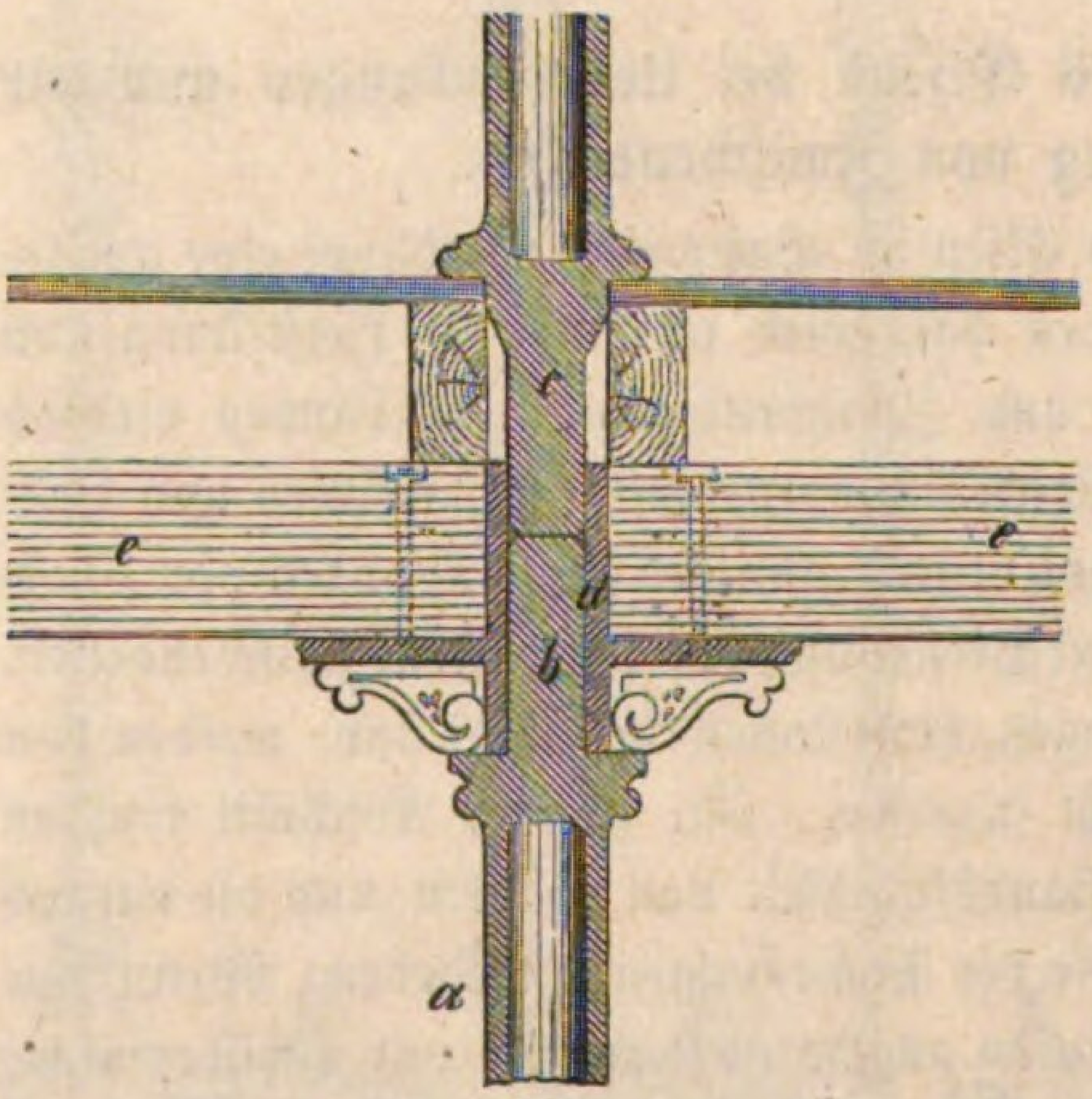
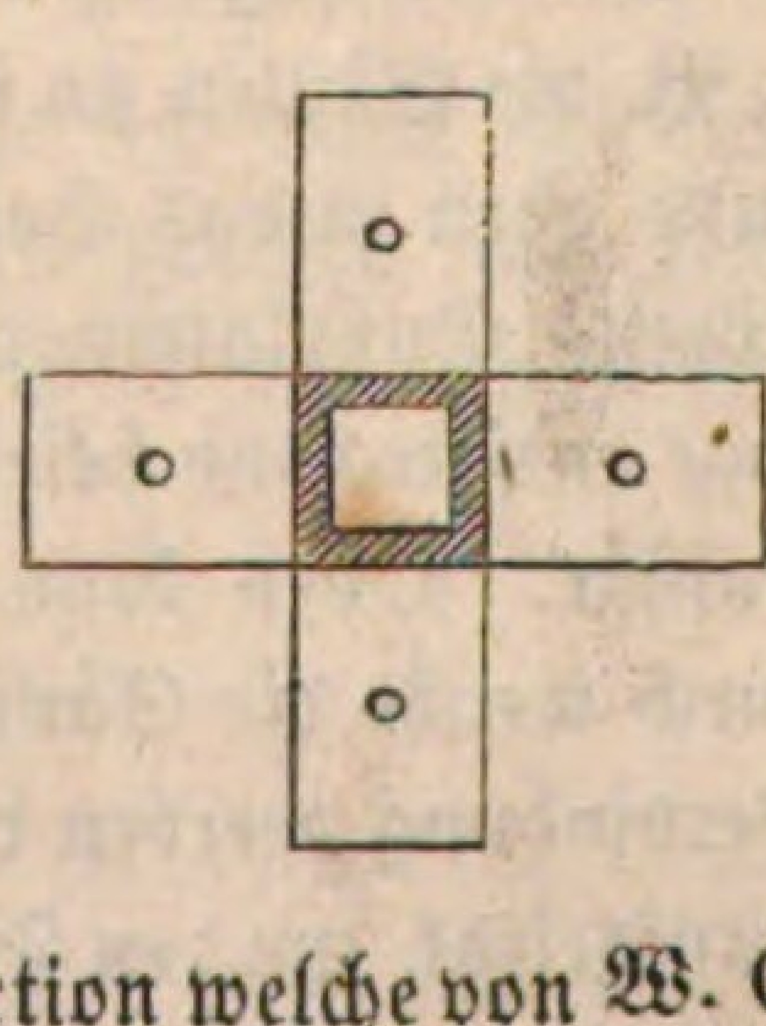


Fig. 137.



Zur Unterstützung der Balken von Holzdecken werden in der Neuzeit auch vielfach eiserne Durchzüge oder Träger angewendet. Man wählt hierfür gewalzte volle Träger oder auch Gitterträger. Ein Beispiel der letzteren Art ist in Fig. 138 bis 140 dargestellt und zeigt die Construction welche von W. Grapow bei dem Stationsgebäude für die Oberschlesische und Breslau-Posen-Glogauer Eisenbahn zu Breslau (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1860, S. 46) angewendet wurde. Um die auf 37 preuß. Fuß (45,3 hess. Fuß = 11,3 Meter) Länge

Fig. 138.

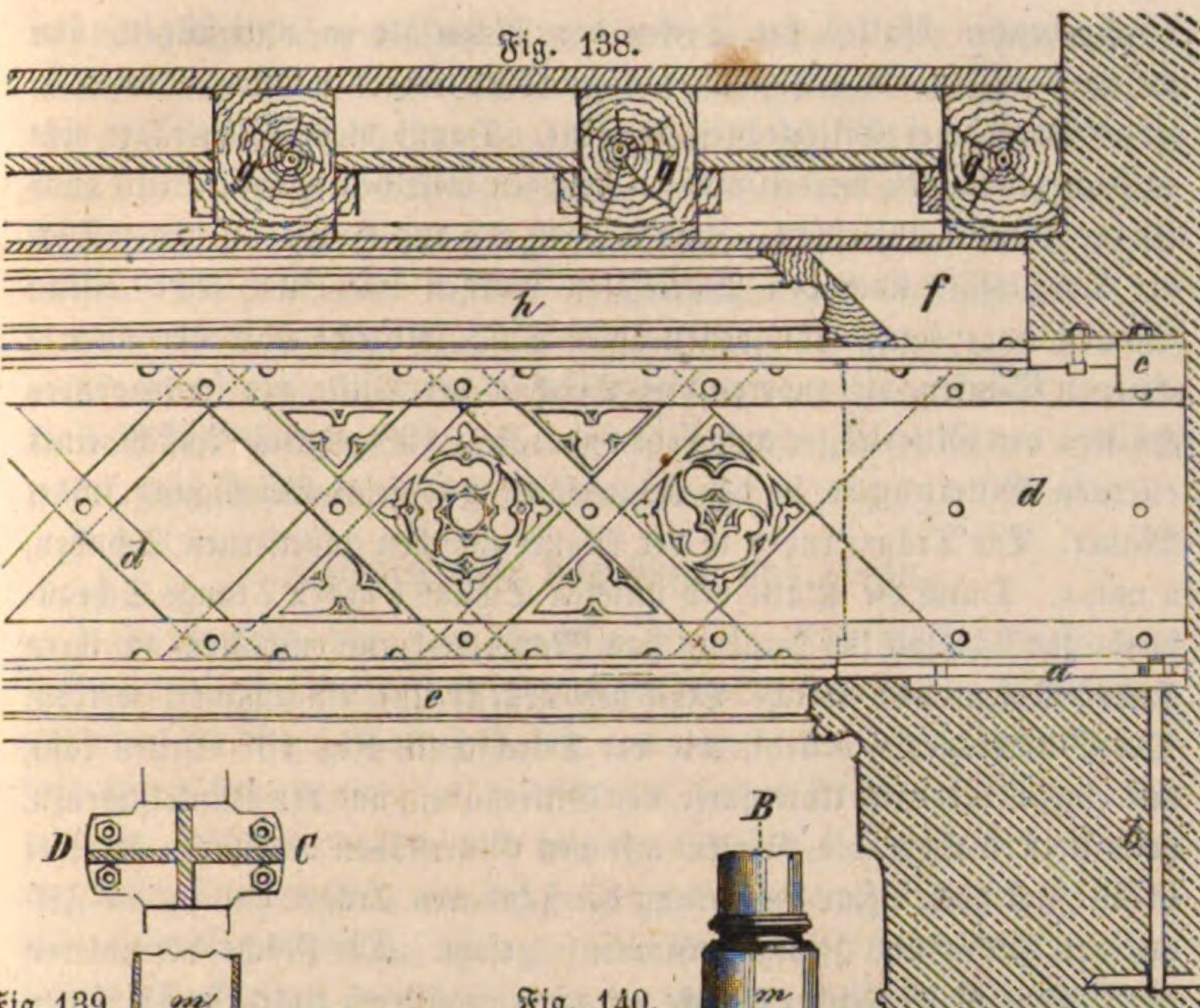


Fig. 139.

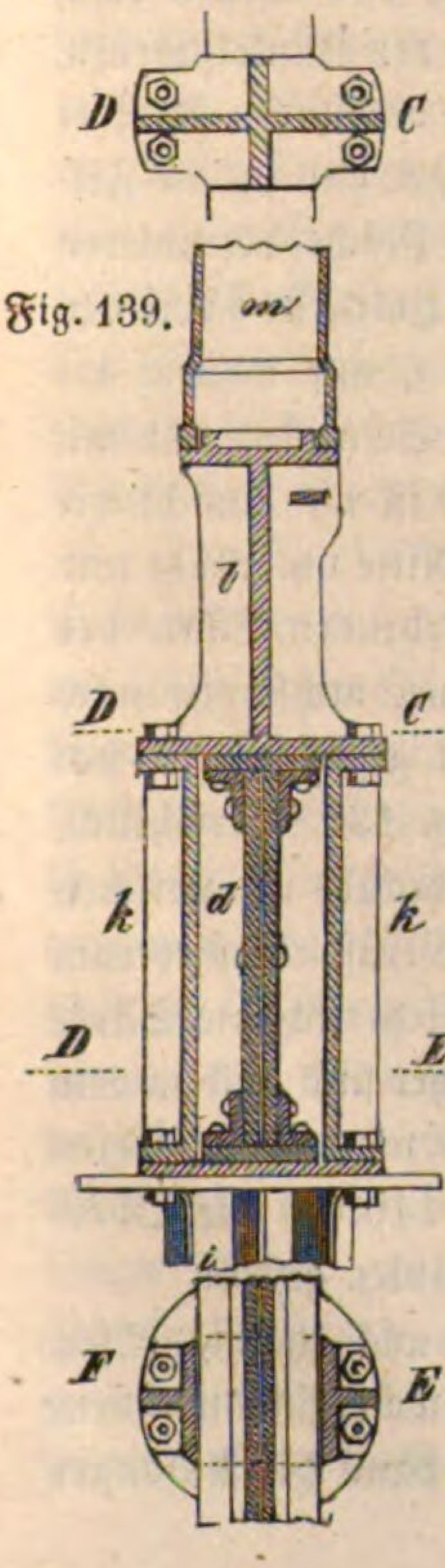
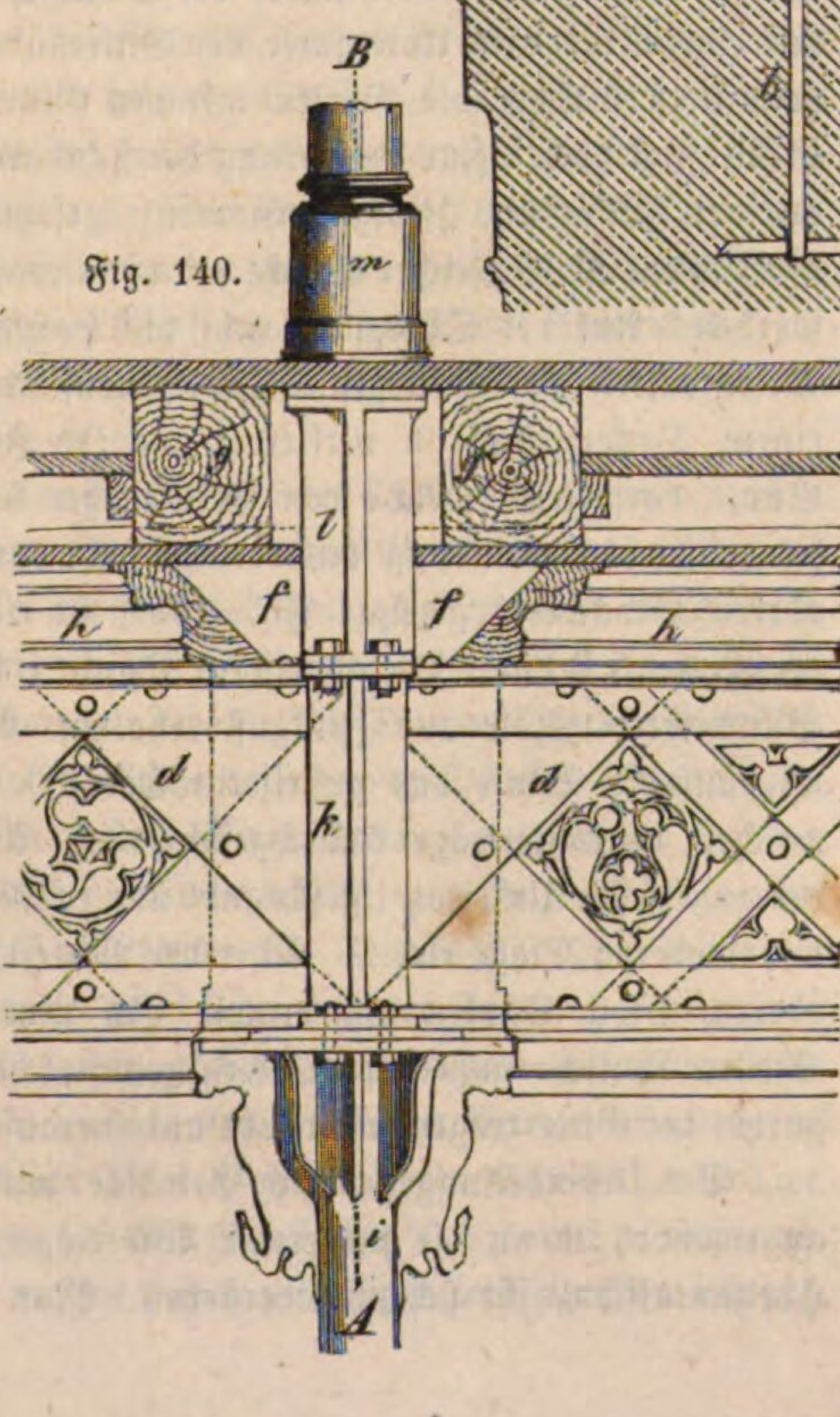


Fig. 140.



durchgehenden Balken der Decken der Wartesäle zu unterstützen, über welchen einzelne Arbeitszimmer angeordnet werden mußten, wurden für jeden Saal zwei Gitterträger gewählt. Damit diese Gitterträger nicht zu hoch genommen werden mußten, wurden dieselben in ihrer Mitte durch eiserne Säulen unterstützt. Zum Tragen der aus Holz construirten Decke der Arbeitssäle über den Wartesälen wurden wiederum sechs eiserne Säulen angeordnet, von denen zwei Stück lothrecht über den unteren eisernen Säulen, die anderen vier Stück in der Mitte der freitragenden Hälften der Gitterträger aufgesetzt sind. Fig. 138 zeigt die Ansicht eines eisernen Gitterträgers in den Wartesälen und seine Befestigung in der Mauer. Die Träger ruhen in der Mauer zwischen gußeisernen Schuhen, a und c. Durch die Platte des unteren Schuhs a gehen 2 lange Schraubenbolzen 24 Zoll tief herab in das Mauerwerk und enthalten an ihren Enden Oesen durch welche Schließen gesteckt und eingemauert werden. Der Gitterträger d besteht, wie der Durchschnitt Fig. 139 ersehen läßt, aus einer Obergurte, Untergurte, den Gitterstäben, und den Winkelschienen, vermittelst welcher die Gurten mit den Gitterstäben verbunden sind; er ist 25 Zoll hoch. Zur Verzierung der sichtbaren Träger sind in die Felder der Gitterstäbe Zinkgußornamente gesetzt. Die Fläche der unteren Gurtschiene ist in gleicher Absicht mit einer profilirten Holzleiste e versehen worden. Auf der Obergurte ruht die Holzschwelle f, auf welcher die Deckenbalken g g aufliegen. Die Seitenflächen der Schwelle f sind mit einem Deckengesimse h verkleidet. — In Fig. 140 ist die Ansicht der Säule dargestellt, welche den Gitterträger in der Mitte unterstützt und ferner ist die Verbindung mit der lothrecht darüber stehenden Säule des oberen Stockwerks gezeigt. Fig. 139 stellt einen Querdurchschnitt nach der Linie A B dar. Die gußeiserne Säule i ist hohl gegossen; sie hat Blätterwerkkapitäle aus Zinkguß erhalten. Aus Fig. 139 ist ersichtlich, wie auf die Säule das gußeiserne Gerüst k aufgeschraubt ist, zwischen welchem der Gitterträger d durchgeführt wird. Auf das Gerüst k ist wiederum der gußeiserne Untersatz l geschraubt und in Letzteren setzt sich die Säule m der oberen Etage ein. — Ueber der Mitte der Träger sind auch in dem oberen Stock Säulen angebracht. Zu dem Zweck wurden an diesen Stellen ähnliche gußeiserne Untersätze wie l bei Fig. 140 auf die Obergurten der Gitterträger geschraubt und hierauf die Säulen gestellt.

Bei Ueberdeckungen durch Gewölbe wird jetzt auch häufig Eisen angewendet, wenn die steinernen Widerlager zu schwach sind um dem Horizontalschub für sich zu widerstehen. Man macht dann die Anfänger

der Widerlagen von Gußeisen, verbindet dieselben durch schmiedeiserne Stangen mit einander und wölbt dann die Oeffnung aus. In Fig. 141 und 142 sind solche Constructionen dargestellt. Fig. 141 zeigt die Ansicht eines scheitelrechten Gewölbes und Fig. 142 stellt das eiserne Gerippe dar. a a sind die gegossenen Widerlager, die, wie aus der nebenstehenden Hinteransicht zu entnehmen ist, mit Verstärkungsrippen versehen sind. Die schmiedeisernen runden Stangen b gehen durch die Widerlager und sind verschraubt; in der Ansicht des Gewölbes sind diese Zugbänder b verdeckt. Je nach der Breite des Gewölbes werden die Widerlager breiter und mit einem, zwei, oder mehreren Zugbändern versehen.

Zwischendecken von Eisen und Stein.

In England hat man schon seit längerer Zeit Zwischendecken aus Eisen und Stein, namentlich bei Waarenlagern, Fabriken ꝛc. angewendet, um einerseits eine größere Festigkeit, andernseits aber eine größere Sicherheit gegen Feuersgefahr zu erzielen als wenn Holzdecken angewendet werden. Anfangs wandte man beinahe ausschließlich gußeiserne Träger an, welche eingemauert und bei größerer Länge durch untergesetzte Säulen angemessen unterstützt wurden. Die Zwischenfelder wurden gewöhnlich mit Backsteinen ausgewölbt. In der neuesten Zeit hat aber mit Recht das Schmiedeisen auch in dieser Richtung eine erweiterte Anwendung gefunden, und wird in Form von gewalzten façonirten Balken oder als Blechträger überwiegend angewendet.

In Fig. 143 ist die Construction einer Decke mit schmiedeisernen Trägern, deren Felder ausgewölbt sind, dargestellt. a sind die Querschnitte der gußeisernen Träger, sie sind 18 Zoll hoch, haben breite Unter- und schmale Oberrippen, tragen sich auf 120—140 Zoll frei, in welchem Abstand die Säulen von einander stehen. Die Spannweite der Gewölbe ist hier zu 120 Zoll und die Pfeilhöhe derselben zu $^1/_{10}$ der Spannweite angenommen. Die Gewölbe b sind an den Anfängern 1 Stein und am Schluß $^1/_2$ Stein stark. Auf dieselben kommt eine Lage Béton c und hierauf der Platten- oder Holzfußboden d. Die Träger sind mit quer durchlaufenden schmiedeisernen Zugbändern unter einander verbunden. Man kann dieselben aus vierkantigem Eisen nehmen und läßt sie nur von einem Träger zum anderen durchlaufen. An den Enden erhalten die Zugstangen Köpfe, mit welchen sie durch entsprechende Schlitze der Träger gesteckt und angekeilt werden. — Die Stärke der Träger richtet sich nach der Belastung welche sie zu tragen haben und ihrer freitragenden Länge;

sie muß hiernach berechnet werden, wozu die im zweiten Abschnitt gegebenen Formeln und Festigkeitscoefficienten zu benutzen sind. Für größere Bauten ist es aber immer rathsam, vorerst Versuchsträger anfertigen zu lassen und diese direct zu prüfen. Die Prüfungsbelastung bei solchem Versuch soll 1/3 derjenigen Belastung betragen, welche nach der Berechnung den Balken brechen würde. Für schwerere Belastungen ist es immer räthlich, alle Träger welche verwendet werden, vorher einer Prüfung auf ihre Festigkeit zu unterwerfen, da sie im Guß fehlerhaft sein können, ohne daß sich dies durch das Ansehen erkennen läßt. Die Dimensionen der Säulen, welche die Träger unterstützen, richten sich auch nach der Belastung.

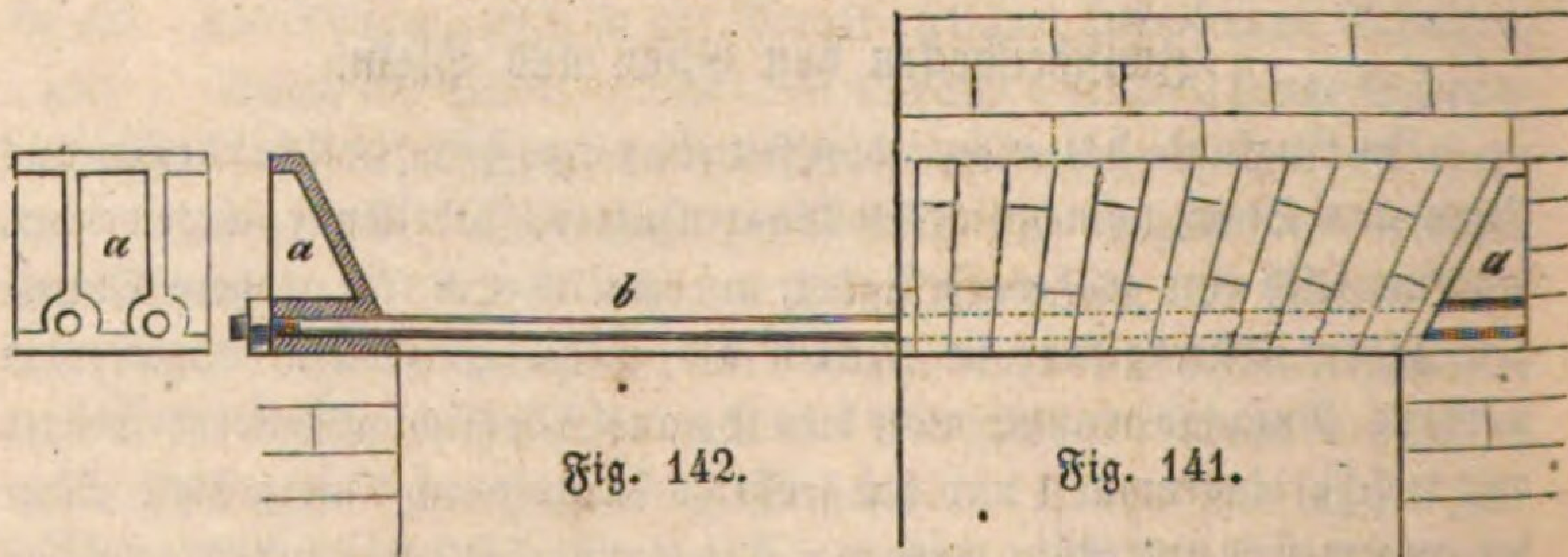


Fig. 142. Fig. 141.

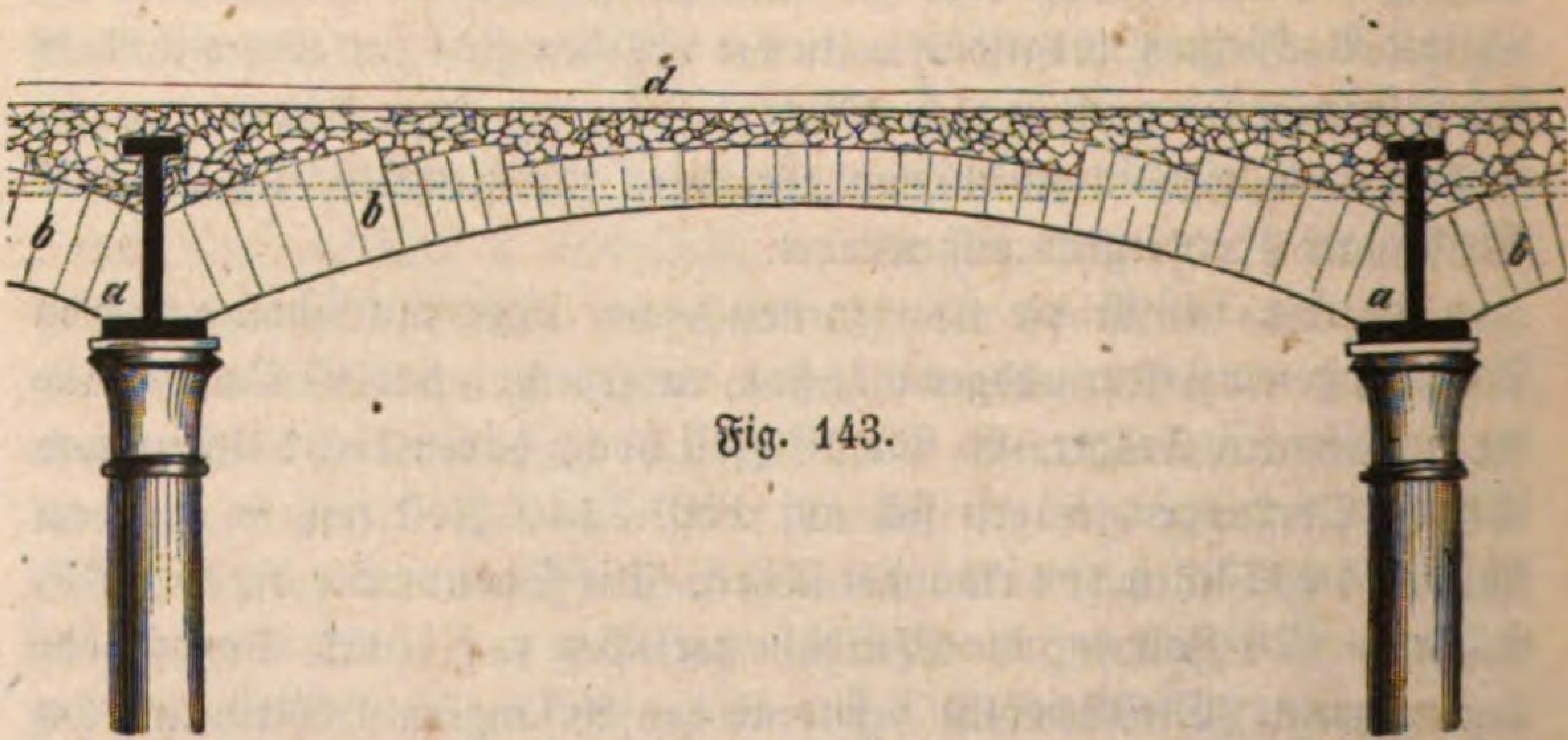


Fig. 143.

Bei Trägern von 26—28 hess. Fuß Spannweite (6½—7 Meter) und Belastung durch Maschinen wie sie z. B. bei Spinnereien vorkommt, erhalten die Säulen 8″ Durchmesser und 1⅜″ Wandstärke. Bei kleineren Spannweiten, von circa 20 Fuß (5 Meter) genügt ein Durchmesser von 6½—7 Zoll für die Säulen.

In den Figuren 144 bis 147 ist eine Construction von **Fairbairn** für Decken mit Schmiedeisen, in Verbindung mit Eisenblech, dargestellt. An die gußeisernen Säulen a sind (siehe Fig. 144) die Träger b b,

aus gewalztem Eisen angeschraubt; auf die Unterrippen dieser Träger setzen sich die Blechbogen c c, welche aus einzelnen Blechtafeln zusammengenietet sind. Zur Verstärkung derselben werden an den Verbindungsstellen d Rippen (etwa von 35″ zu 35″) eingenietet. Die Fig. 147 zeigt diesen Verband in größerem Maßstab und die Fig. 146, welche einen Längendurchschnitt durch den Scheitel eines Gewölbes darstellt, macht

Fig. 144.

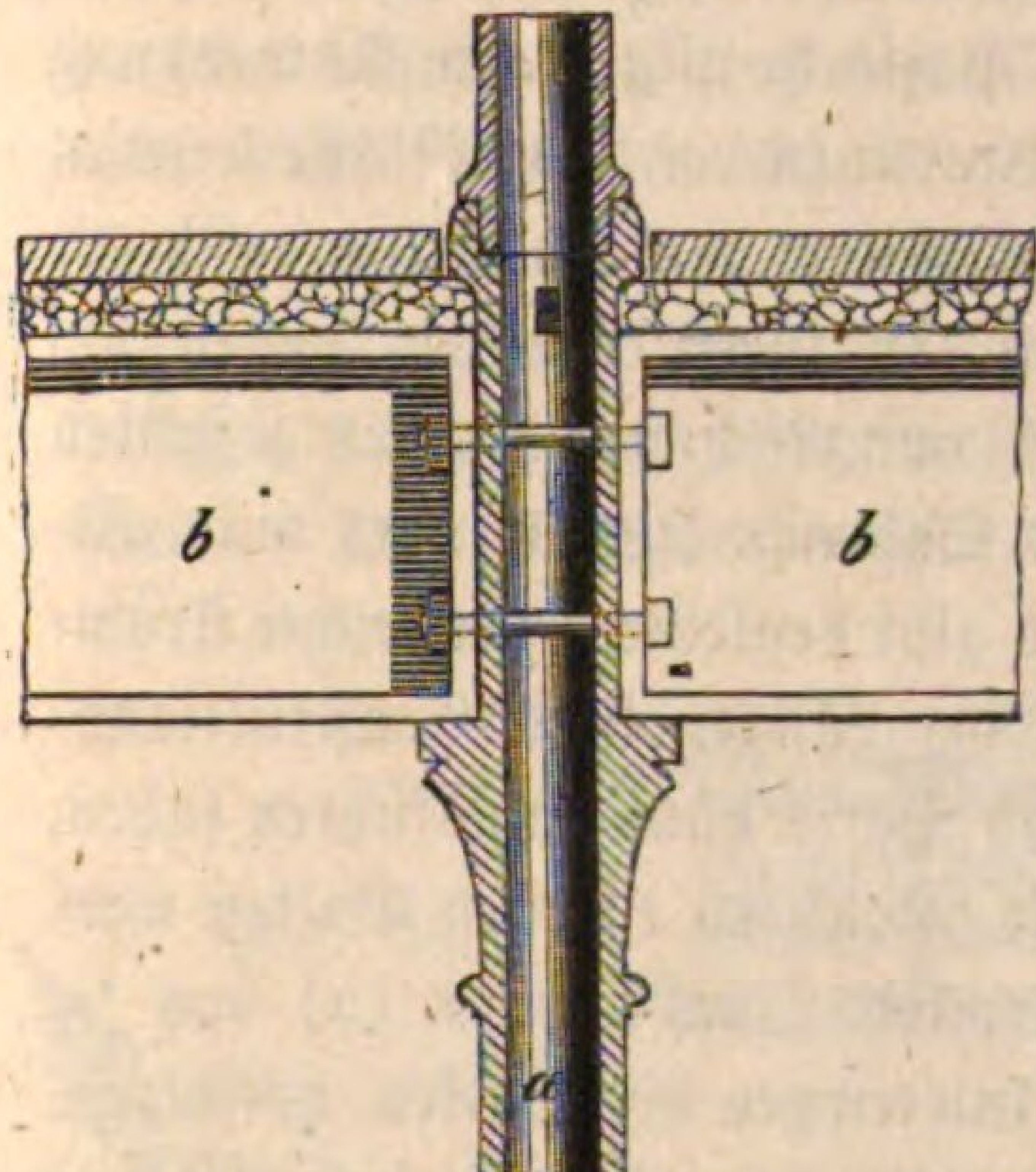


Fig. 145.

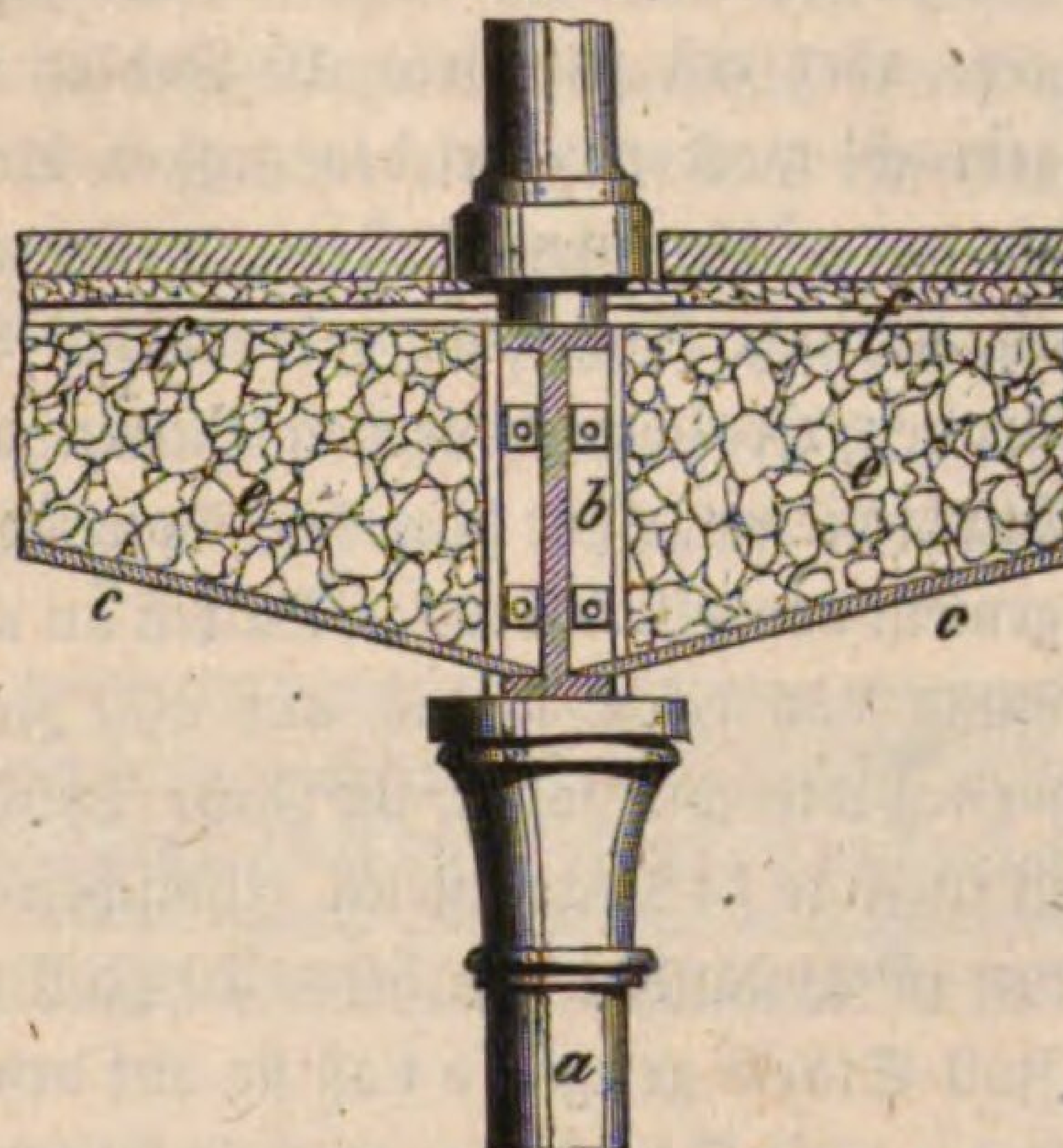


Fig. 146.

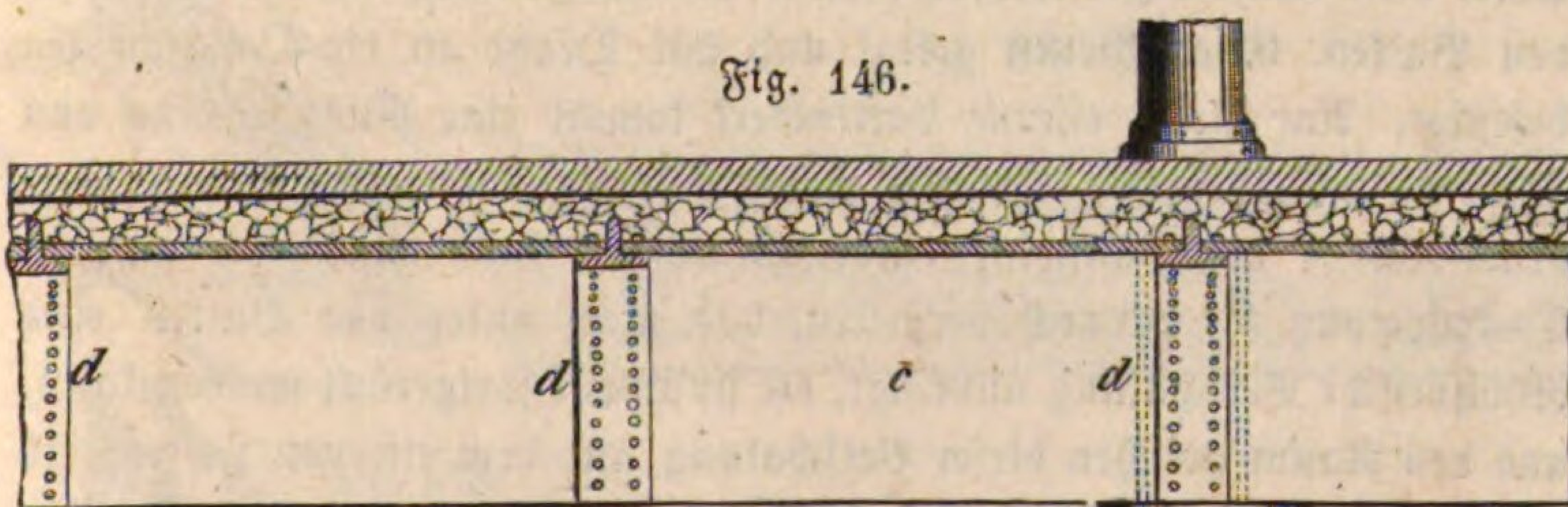
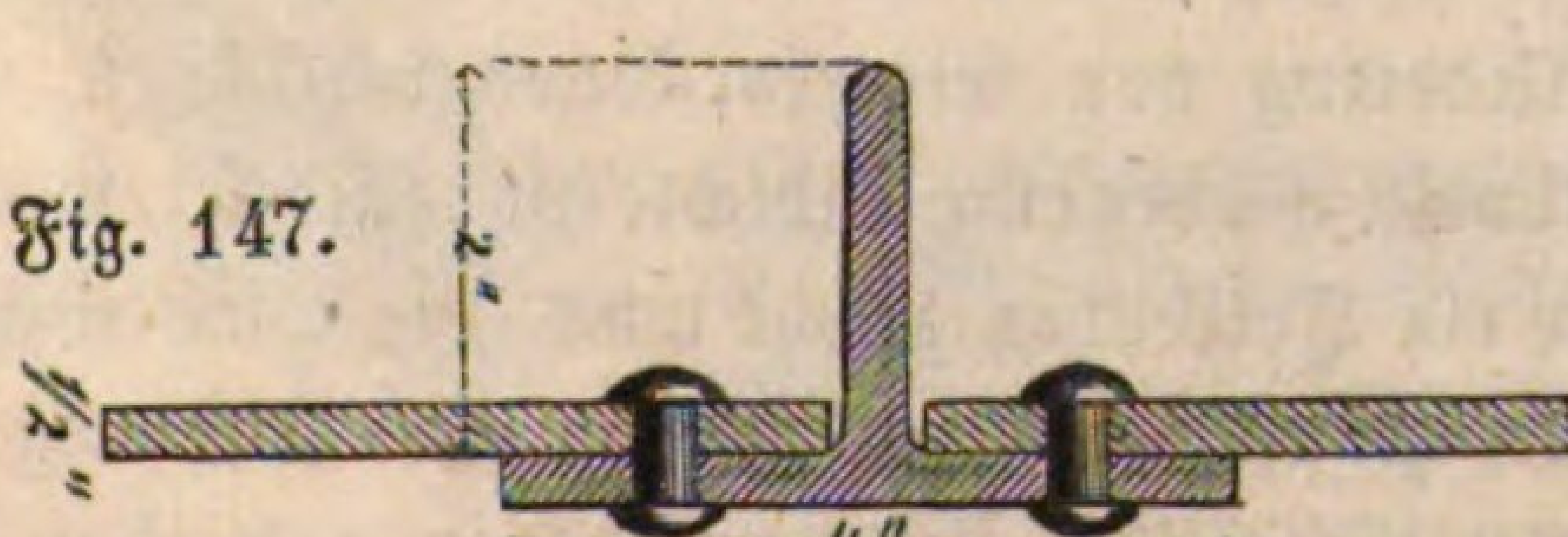


Fig. 147.



diese Anordnung deutlich. Der Raum e über den Bogen wird mit Béton ausgegossen und hierauf wird der Fußboden gesetzt. Aus Fig. 144 ist auch die Verbindung der Säulen von zwei Stockwerken zu ersehen. f sind die Zugstangen welche die Säulen und Träger mit einander verbinden und die festgekeilt werden. — **Fairbairn** gibt die Dimensionen eines solchen

Trägers für 27 hess. Fuß ($6^3/_4$ Meter) wie folgt an: $4 \times {}^3/_4{}''$ = Querschnitt der oberen Rippe, $4 \times {}^1/_2{}''$ = Querschnitt der unteren Rippe, 16″ Totalhöhe des Trägers, ${}^5/_8{}''$ Stärke der Mittelrippe. Pfeilhöhe der Blechbogen 15″, oder ${}^1/_8$ der Spannung. Diese Constructon ist bedeutend leichter als diejenige mit gußeisernen Trägern und soll sich in der Praxis bei mehreren Fabrikgebäuden sehr gut bewährt haben.

Eiserne Balkendecken für Wohngebäude sind schon lange vorgeschlagen, aber erst seit circa 10 Jahren in Paris in allgemeine Anwendung gebracht worden. Bei den großen Neubauten in der Rivolistraße wurden die vorgeschlagenen Systeme weiter ausgebildet und sind dann rasch zur allgemeinen Annahme gekommen. Bei den zuerst erbauten Decken bestanden die schmiedeisernen Balken aus auf die hohen Kanten gestellten Flachschienen, ohne Rippen, (Vaux'sches System). Jetzt wendet man allgemein doppelt T-förmige Balken an und gibt denselben eine leichte Krümmung von circa 1 Zoll auf 200 Zoll der Länge. Eine Constructionsweise, wie wir solche im Jahr 1855 in Paris häufig ausführen sahen, ist in Fig. 148 dargestellt. Zwischen die gewalzten eisernen Balken werden in Abständen von 30—40 Zoll parallele Quadrateisen (a) von ${}^1/_2$ Zoll Stärke gelegt, so daß sie auf den Unterrippen der Balken aufliegen. Ueber diese Querträger werden sodann der Länge nach, also parallel mit den Balken, Eisenschienen gelegt und mit Draht an die Querschienen befestigt. Auf dieses eiserne Lattenwerk kommt eine Ausfütterung von hohlen Backsteinen (b) zu liegen, welche mit Gypsmörtel verbunden werden. Bevor die Backsteine eingesetzt werden kann man den unteren Deckenverputz (c) dadurch herstellen, daß man unter den Balken eine provisorische Verschalung anbringt, die stückweise fortgerückt werden kann, und den Raum zwischen dieser Verschalung und dem eisernen Lattenwerk mit Gyps ausgießt. Die so hergestellte Decke des unteren Raums wird später mit einem weiteren Ueberzug von feinerem Gyps verkleidet. Auf die Backsteinausfütterung kommt wieder eine Schichte Gypsmörtel, worauf dann ein Plattenbeleg oder ein Holzboden gesetzt wird. Wir sahen auch, daß die Querstäbe a dichter zusammengelegt und in der Richtung der Balken mit Drähten so unter einander verbunden wurden, daß oben eine Art Drahtnetz entstand. In diesem Fall wurden die oben bemerkten Langschienen auf den Querschienen weggelassen. — Anstatt mit hohlen Backsteinen werden auch häufig die Zwischenfelder der Balken mit irdenen Töpfen ausgefüllt.

Ein anderes sehr häufig in Paris angewandtes System ist in Fig. 149 und 150 dargestellt. Die Träger liegen 30—36 Zoll weit von einander. Die Querriegel a bestehen aus quadratischen Eisenstangen von $1/2$ Zoll Stärke und sind an ihren Enden so umgebogen, daß sie über die Träger eingehängt werden können und sich unten an dieselben anlegen; hierdurch verspannen sie zugleich die Träger. Die Querriegel werden circa 35 Zoll von einander gelegt und tragen die mit den Balken parallel laufenden Eisenstangen b. Ist das Netzwerk hergestellt, so erfolgt eine Ausfüllung mit Gyps. Es wird hierbei ein Bett oder ein Stück Verschalung unter den auszufüllenden Theil gebracht und hierauf ein Brei von grobem Gyps — circa $2^1/_2$—3 Zoll dick — ausgebreitet, welcher sich um das Eisenwerk legt und schnell zu einer festen Masse erhärtet. Das Eisenwerk erhält, bevor es auf dem Bauplatz verwendet

Fig. 148.

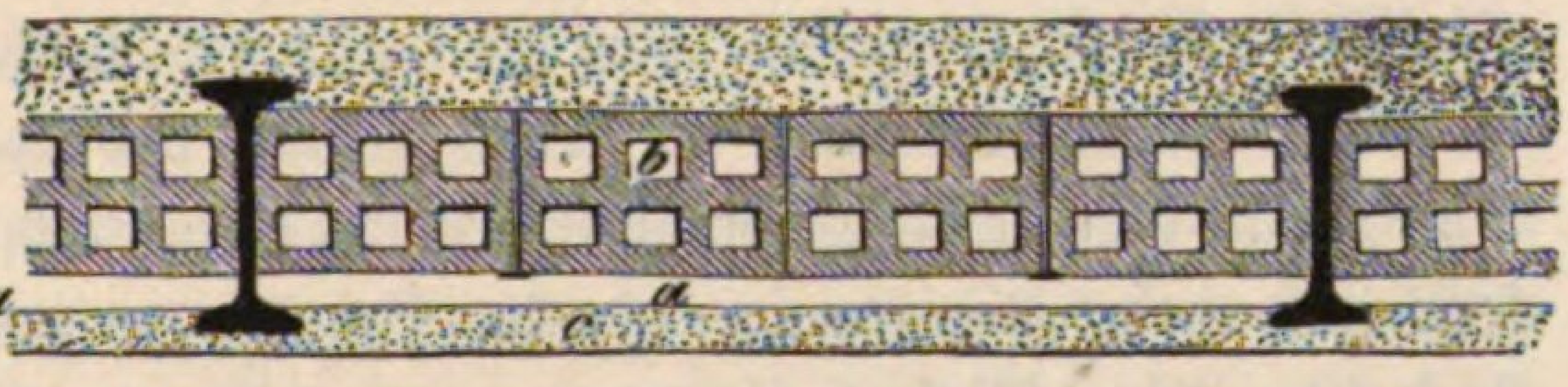


Fig. 150.

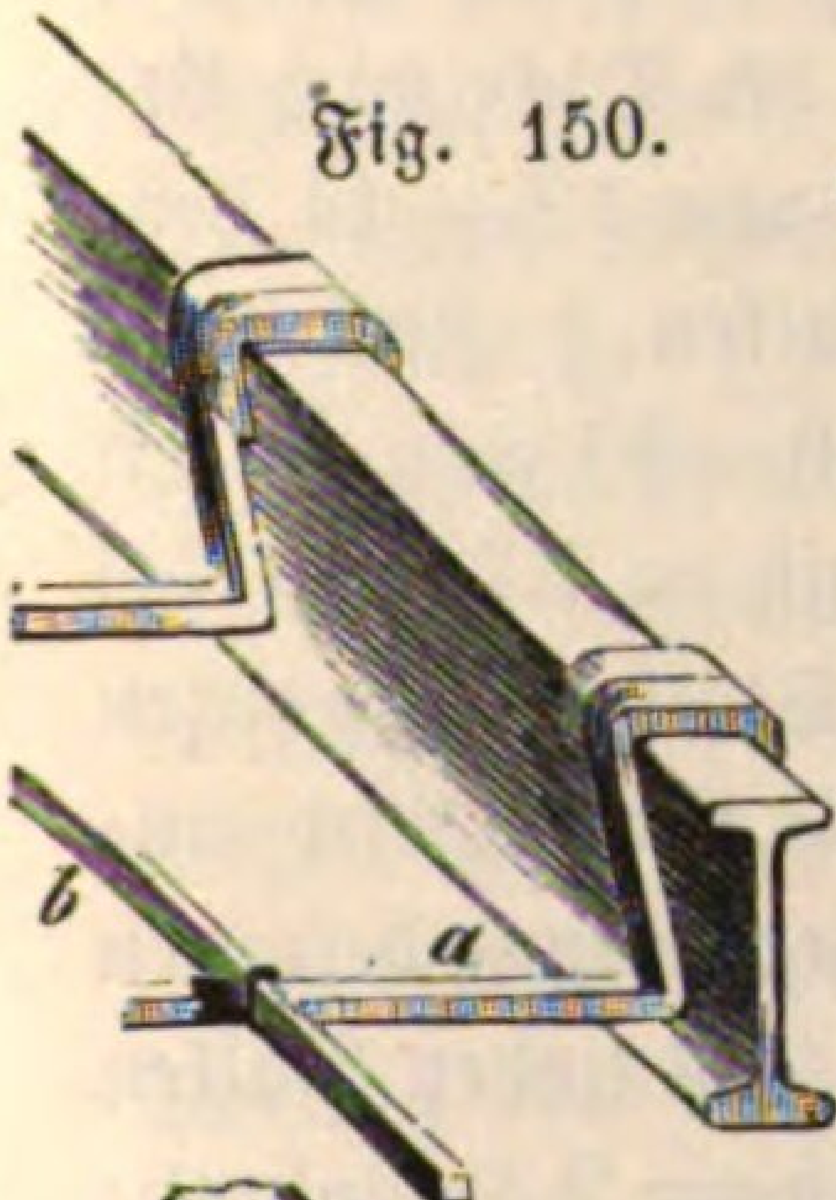


Fig. 149.

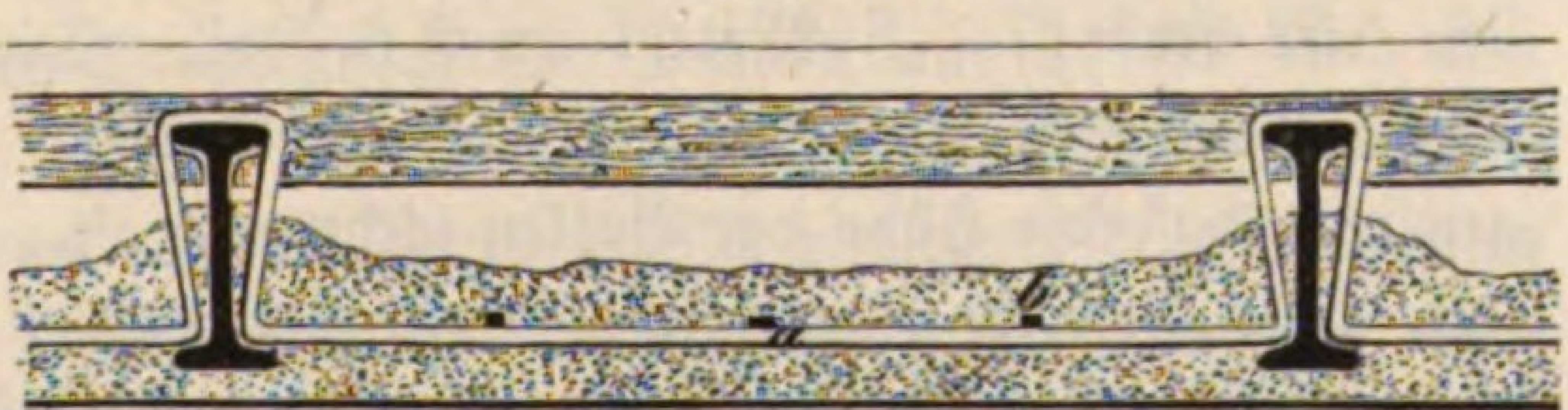


Fig. 152.

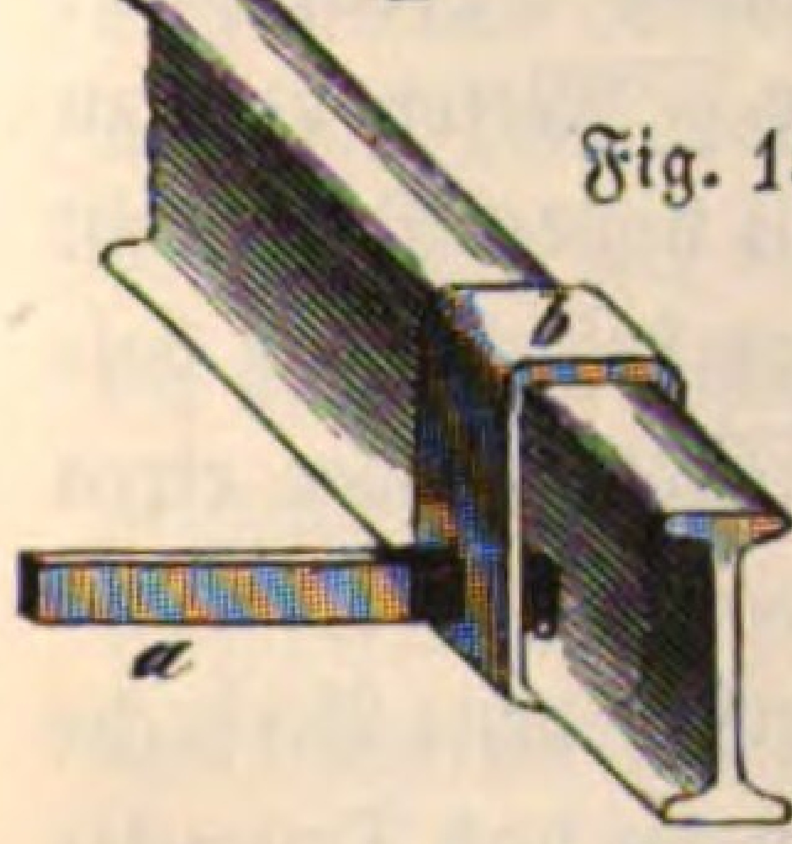
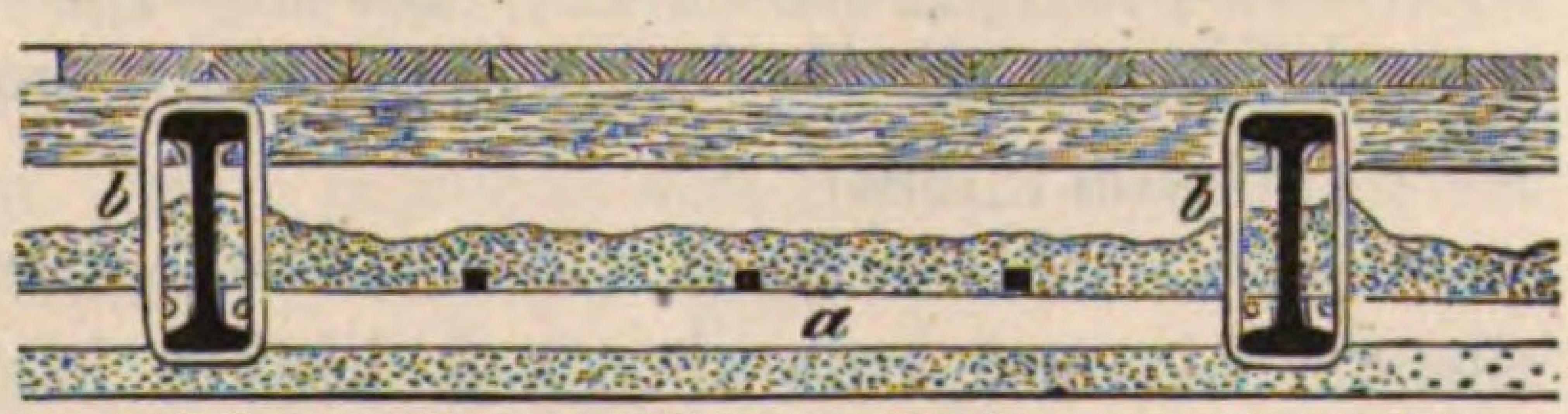


Fig. 151.



wird, einen Anstrich, damit sich der Gyps nicht unmittelbar an das Material anlegt. Es ist auch vorgeschlagen worden Kalk, als Schutzmittel gegen die Einwirkung des Gypses auf das Eisen anzuwenden, indem die Tragbalken erst mit einem $2^1/_2$ Zoll dicken Ueberzug von gewöhnlichem Mörtel versehen werden, bevor der Gypseinguß erfolgt.

Ein anderes System, das von **Thuasne**, ist in Fig. 151 und 152 dargestellt. Hier liegen die Balken — was in unserer Zeichnung wegen mangelnder Breite nicht angegeben werden konnte, weiter von einander ab, nämlich 1 Meter, oder 40 Zoll. Die Querriegel a sind in gußeiserne Flanschen b eingelassen und werden hinter denselben verbolzt, sonst ist die Construction der zuletzt beschriebenen analog. In beiden Fällen ist auch gezeigt wie der hölzerne Fußboden über den Balken angebracht wird. Die kurzen Lagerhölzer werden an ihren Enden so ausgeschnitten, daß sie sich über die Oberrippen der eisernen Balken schieben lassen und hierauf wird der Holzboden befestigt.

Da die Zimmer in einem Gebäude von sehr verschiedenen Größen sind, so wäre es Materialverschwendung wenn man den Balken über den Zimmern von kleinerer Spannweite dieselbe Stärke geben wollte wie denjenigen welche große Zimmer oder Säle überdecken. Wenn daher die Zwischenwände die nöthige Festigkeit für die Auflagerung der Balken bieten, so verwendet man für jeden Raum entsprechend starke Balken; man behält hierbei die Höhe derselben bei und nimmt die Dicke nach Erforderniß mehr oder weniger stark. Bei Tragweiten von 12—14 hess. Fuß (3—3$^1/_2$ Meter) nimmt man die eisernen Balken 4 Zoll hoch. Bei Tragweiten von 14—16 Fuß = 4,8 Zoll, bei 16—20 Fuß = 5,5 Zoll, bei 20—24 Fuß = 6,5 Zoll, bei 24—28 Fuß = 7,2 Zoll, bei 28—32 Fuß (7—8 Meter) = 8,8 Zoll. Die Stärke der ganzen Decke ist immer 7 Zoll größer als die der Balken. Als Regel wird angegeben, daß die Höhe der Balken nicht unter $^1/_{36}$ ihrer Länge betragen soll. Das Gewicht einer solchen Decke beträgt bei 4 Zoll hohen Balken pro □Meter = 32 Zollpfund, oder pro hess. □Fuß = 2 Zollpfund; der Preis rechnet sich in Paris zu circa 4 fl. 30 kr. pro □Meter, oder zu 16$^1/_2$ kr. pro hess. □Fuß. Bei Decken mit 8,8 Zoll hohen Balken ist das Gewicht pro □Meter = 60 Zollpfund, oder pro hess. □Fuß beinahe 4 Pfd.; der Preis ist circa 7 fl. 42 kr. pro □Meter, oder circa 29 kr. pro hess. □Fuß.

Ueber die Tragfähigkeit solcher Decken wurden verschiedene Versuche angestellt, woraus hervorging, daß dieselben, selbst wenn das Doppelte der zufälligen größten Belastungen überschritten wird noch vollkommene Festigkeit darbieten. Es wurde z. B. eine Decke von 180 Zoll Spannweite (4$^1/_2$ Meter) nach dem Vaux'schen System hergestellt, bei der die Balken eine Höhe von 5$^1/_4$", Dicke von $^3/_8$" und 2" Krümmung hatten, und geprüft. Nachdem die Ausfüllung eingegossen war sank die Pfeil-

höhe der Krümmung von 2″ auf $1^3/_4$″ herab. Nachdem die Decke mit 67,5 Pfd. pro hess. □Fuß (oder pro $^1/_{16}$ □Meter) belastet war, sank die Krümmung auf $1^3/_{16}$″ und fiel nach 48 Stunden auf 1″. Als darauf die Belastung weggenommen wurde hob sich die Krümmung wieder auf $1^5/_{16}$ Zoll.

Bei den von **Piot** in den Tuilerien ausgeführten Decken haben die Balken im Querschnitt die doppelte T=Gestalt; sie wurden so stark genommen, daß die Biegung der Decke unter einer Last von 1400 Zollpfund pro □Meter $^3/_4$ Zoll nicht übersteigt. Es ist dabei gerechnet, daß 4 Personen auf einem Raum von 1 □Meter stehend ein Gewicht von 600 Pfd. repräsentiren; hierzu werden für das Eigengewicht der Verstrebungen, Schienen, des Fußbodens ꝛc. noch 100 Pfd. pro □Meter gerechnet, was also zusammen 700 Pfd. gibt. Dieses Gewicht wurde verdoppelt, wegen der Erschütterungen beim Gehen, Tanzen ꝛc., woraus obige 1400 Pfd. abgeleitet sind. Bei den Tuilerien=Decken liegen die Balken 32 hess. Zoll von Mittel zu Mittel, die Querriegel 40 Zoll, die Schienen 8 Zoll. Die Ausfüllung zwischen den Balken ist mit Töpfen und Gyps hergestellt. Einzelne Decken wurden versuchsweise mit 3000 Zollpfund pro □Meter, (188 Pfd. pro hess. □Fuß) belastet, wobei die Biegung im Mittel 1,2″ nicht überschritt.

Die Construction von **Fox** und **Barrett** für feuerfeste Decken, ist in England an vielen Orten ausgeführt worden und hat sich nach dem Urtheil verschiedener Techniker gut bewährt. In einer Sitzung des Londoner Architektenvereins vom 23. Januar 1854 hielt Herr **Barrett** einen Vortrag über dieses Deckensystem und es wurde dasselbe sodann in einer allgemeinen Discussion von verschiedenen Seiten gründlich besprochen und mit dem französischen System verglichen. (Siehe Förster's allgem. Bauzeitung v. 1854, S. 147). Die Constructionsmethode wird durch die Fig. 153 erläutert und ist in ihrer Ausführung folgende. Bei Ueberdeckungen von Räumen, deren Spannweite nicht viel mehr als 24 hess. Fuß (6 Meter) beträgt, werden gußeiserne oder gewalzte Balken während des Bauens gelegt, indem ihre Enden eingemauert werden. Die Entfernung der Balken von einander beträgt 24—25 Zoll. Sodann wird die Decke durch leichte Holzstreifen gebildet, welche von einem Balken zum andern in der Quere, auf deren unteren Rippen, ziemlich nahe an einander liegen. Ueber diese Latten kommt eine Lage groben Mörtels, welcher zwischen die Holzstreifen abwärts gedrückt wird und mit diesen eine rauhe ebene Fläche bildet, die dazu dient, den Putz der Decke zu tragen. Die

Holzplatten liegen alsdann ganz in Mörtel eingebettet; dieselben haben 1 Zoll im Quadrat und werden bei 24 Zoll Länge durch die Belastung nur auf $^1/_{16}$ ihrer Brechungslast in Anspruch genommen; übrigens haben sie den Mörtel nur bis zu seinem Festwerden zu tragen und man würde dann die Latten herausnehmeu können, ohne daß die Construction an ihrer Festigkeit verlöre. Da die Latten vollständig in einer dicken Schicht Mörtel eingeschlossen sind, so werden sie bei einem Brand auch der direkten Einwirkung des Feuers nicht ausgesetzt. Auf die Schichte Mörtel kommt nun eine für die erforderliche Festigkeit des Bodens hinlänglich dicke Lage von Konkret, deren Stärke von der Art des Gebäudes, der Tragweite und dem erforderlichen Grad von Festigkeit bestimmt wird. Die Decke erhält eine solche Stärke, daß die Rippen der T-förmigen Balken vollkommen eingebettet liegen und dergestalt vor einem von unten an sie dringenden Feuer geschützt werden. Das Ganze gibt eine feuerfeste Construction von großer Härte und Festigkeit, sobald einmal der Konkret fest geworden ist. Ist dies geschehen, so wird der Fußboden aufgelegt.

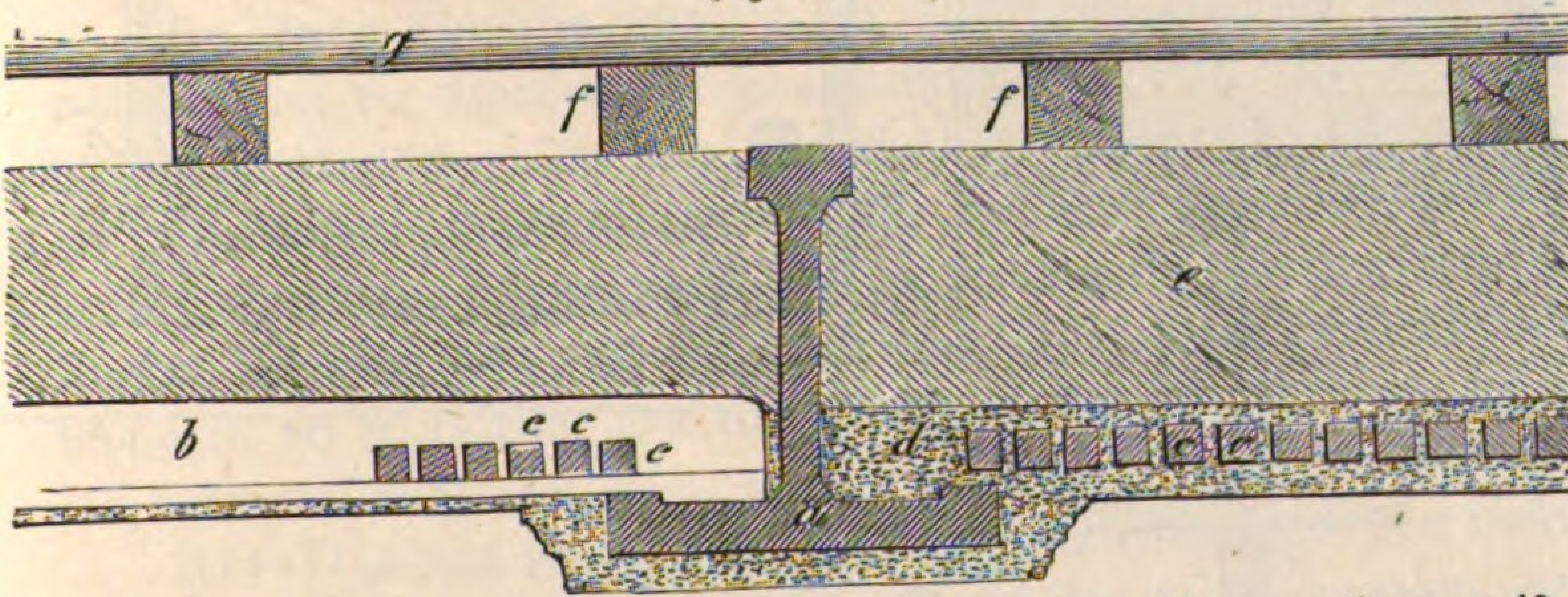
Der Querschnitt der eisernen Balken richtet sich nach der Art und dem Zweck des betreffenden Baues und in allen Fällen werden sie vor ihrer Aufstellung mit einer viel größeren Last probirt als sie je im äußersten Fall zu tragen haben können. Die Belastung soll beim Gußeisen bis zu einem Drittel der Brechungslast und beim Schmiedeeisen bis zur Elasticitätsgrenze gehen und bei gewöhnlichen Wohnhäusern und Gebäuden 75—80 Pfd. pro hess. □Fuß fertiger Decke (auf $^1/_{16}$ □Meter) betragen. Anfangs wurden nur gußeiserne Balken angewendet, später aber mehr gewalzte und Blechbalken.

Die Leisten, welche dem doppelten Zweck einer Unterlage für den Konkret und eines Trägers der Decke entsprechen, können anstatt aus Holz auch aus jedem feuerfesten Materiale bestehen, und es eignen sich hierfür namentlich kleine Drainröhren von dreieckiger Form, deren eine Fläche nach unten horizontal gelegt wird.

Der Konkret besteht aus einem Material, welches an dem Ort, wo der Bau ausgeführt wird, leicht zu erhalten ist, wie feiner Kies, gebrannter Thon oder zerstoßene Ziegel in schicklichem Verhältniß mit gutem Kalk gemischt; das Ganze wird in nassem Zustande aufgeschüttet und gut getreten. Für den darauf zu legenden Fußboden lassen sich nächst der gewöhnlichen Dielung Cemente verschiedener Art, und Plattenbelege, verwenden.

Beträgt die Spannweite des Raums über 24—28 Fuß (6—7 Meter), so werden zur Unterstützung der Balken Unterzüge angewendet. Die ökonomischste Methode besteht dann in der Anwendung von Trägern mit kleineren auf den Rippen der Träger ruhenden Querbalken. In Fig. 153 ist diese Construction dargestellt. a ist der gußeiserne Träger welcher den Raum überspannt, b sind die gußeisernen Querbalken welche in Abständen von 25 Zoll auf die breiten Unterrippen der Träger, oder auch mit einem Ende auf die Mauer gelegt werden. Die Querträger b haben auch Unterrippen, worauf sich die Latten c . ., oder die Drainröhren, legen. d ist die Mörtelausfüllung, welche die Latten und die Träger umschließt und unten die Decke bildet. e bezeichnet die Konkretauffüllung; f sind die Lagerhölzer für den hölzernen Fußboden g. Die Abbildung stellt einen Schnitt quer durch die Träger a und parallel mit den Querbalken b dar; hierbei ist auf der linken Seite dicht vor den Querbalken geschnitten, um dieselben zu zeigen und rechts ist durch die Mitte eines Balkenfelds ge-

Fig. 153.



schnitten, damit die Ausfüllung dieser Felder deutlich zu erkennen ist. Diese Constructionsmethode wurde in einer großen Flachsmühle zu Neiyry, einem Eisenwaarenmagazin zu Bristol, in dem St. Markus-Colleg von Chelsea, sowie in verschiedenen öffentlichen und Privatgebäuden angewendet. Die Stärke der Decke überschreitet bei dieser Constructionsmethode selten 10—12 Zoll.

Die Figuren 154—156 zeigen eine ähnliche Construction, wobei jedoch ein Blechträger angewandt ist. Fig. 154 zeigt einen Durchschnitt parallel mit dem Hauptträger und senkrecht zu den Querbalken; Fig. 155 stellt einen ähnlichen Durchschnitt dar, welcher jedoch dicht vor dem Hauptträger genommen ist. In Fig. 156 ist ein Theil des Querschnitts vom Träger und der Ansichten von Querbalken dargestellt. a ist ein schmiedeiserner Träger, welcher oben und unten durch die angenieteten Winkeleisen

d . . . verstärkt und gesteift ist. An den Trägern sind die gußeisernen Lager c angenietet oder geschraubt, auf welchen dann die gußeisernen Querbalken b . . . ruhen. Mit e ist die Längenansicht der Querhölzer bezeichnet, welche auf den Unterrippen der Querbalken ruhen; f ist deren Mörtelumhüllung, g die Konkretauffüllung, h ein Lagerbolz für den Fußboden i. Diese Constructionsmethode wurde bei den großen Neubauten am Guy-Spital angewendet, wo die Zimmer 25—36 hess. Fuß (6¹/₄—9 Meter) Tiefe haben.

Bei anderen ausgeführten Constructionen der Art wurde die Anwendung von Gußeisen, gegen welches viel Mißtrauen wegen plötzlichen Bruchs herrscht, ganz vermieden. Die Träger sind von Kesselblech und die Querbalken von gewalztem Eisen hergestellt. Letztere werden mit

Fig. 154. Fig. 155.

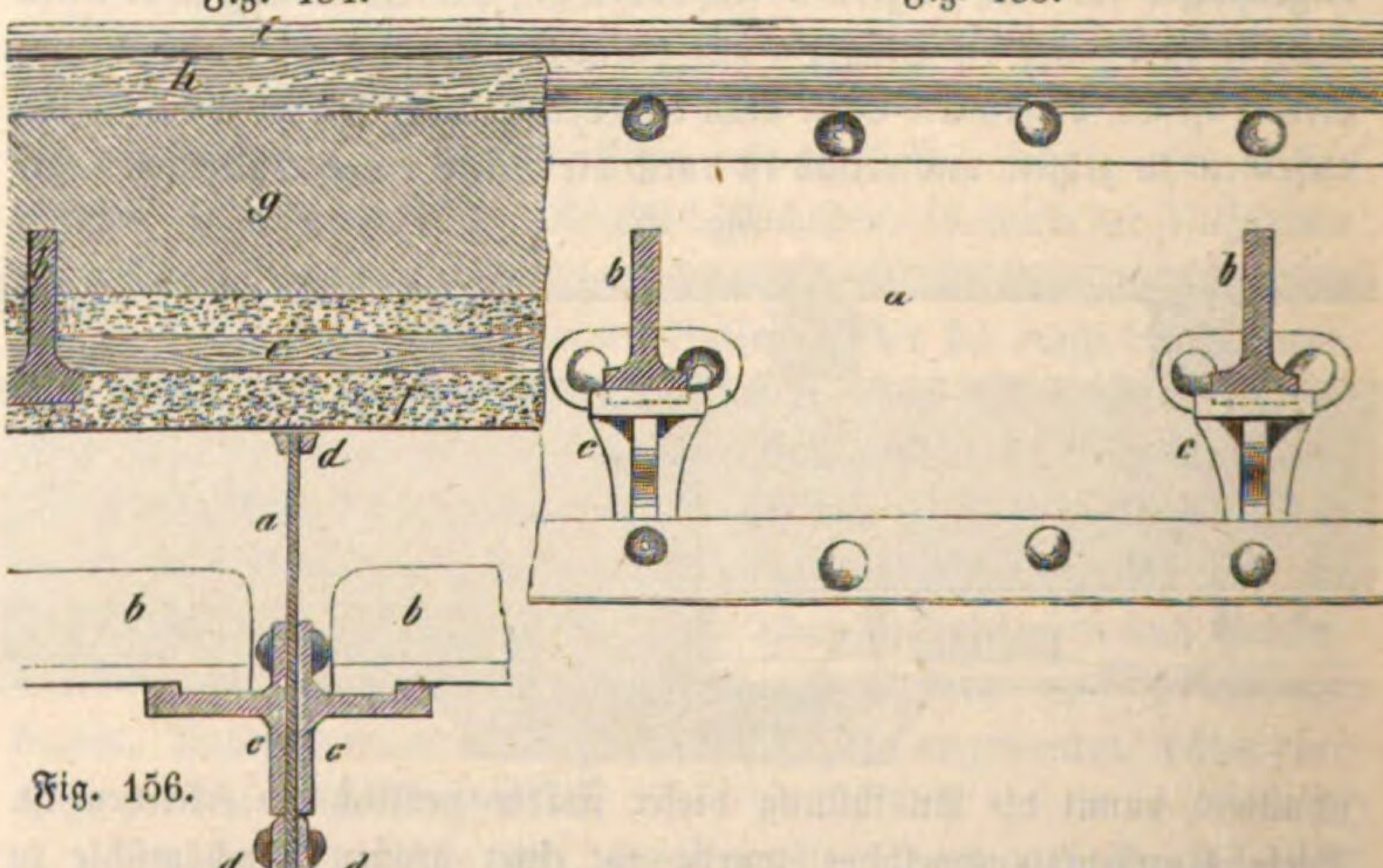


Fig. 156.

den Trägern mittelst Winkeleisen vernietet. Nach dieser Construction wurden Decken von 50 Fuß (12¹/₂ Meter) Spannweite ausgeführt; das System kann aber auch für noch größere freie Spannweiten angewendet werden. Schmiedeiserne Balken biegen sich allerdings weit leichter als solche von Gußeisen; es ist aber aus der Erfahrung erwiesen, daß durch die Konkretausfüllung die Festigkeit der Balken wesentlich erhöht, und die Steifigkeit der ganzen Decke hergestellt wird. Auch wird behauptet, daß nach mehr als 20jähriger Erfahrung keine Fälle vorgekommen seien, wo sich unter irgend welchen Umständen durch Vibrationen der Konkret von den eisernen Balken getrennt habe.

Fünfter Abschnitt.

Von den Blitzableitern.

Die Frage, wie die Luftelektricität entsteht, wollen wir unerörtert lassen und die hierüber aufgestellten Hypothesen nicht näher beleuchten. Nach den Versuchen welche indeß hierüber mit dem elektrischen Drachen angestellt worden sind, scheint es unzweifelhaft, daß der Blitz ein elektrisches Feuer ist.

Bei einem Gewitter tritt die mit Elektricität beladene Wolke gewöhnlich mit der Erdoberfläche in elektrischen Gegensatz. Die Wolke ist nämlich gewöhnlich positiv und die Erde negativ elektrisch. Kommt nun die mit Elektricität geschwängerte Wolke der Erde nahe, so suchen sich beide Elektricitäten auszugleichen, was häufig durch einen überspringenden Funken, den Blitz, geschieht. In den meisten Fällen haben übrigens Entladungen der Elektricität von einer Wolke zur anderen Statt und lassen die Erde ganz unberührt.

Franklin war der Erste welcher sich mit Untersuchungen über diesen Gegenstand beschäftigte und praktische Vorschläge zur Abwendung der Gefahren machte, welchen die Gebäude durch Blitzschläge ausgesetzt sind. Dies war um das Jahr 1750. Franklin errichtete auf den höchsten Punkten der Gebäude metallene Stangen welche in Spitzen ausliefen und verband dieselben dann durch eine metallische Leitung mit dem feuchten Erdboden. Die metallenen Spitzen auf den höchsten Punkten der Gebäude sollen 1) darüber hinziehenden elektrischen Wolken ihre Elektricität entziehen (sie entladen), ohne daß hierbei elektrische Funken überspringen, und dieselbe durch die Leitung mit der Erdelektricität ausgleichen; 2) sollen die hochgestellten Metallstangen aus den Wolken zur Erde herabfahrende Blitze anziehen und auf dem durch die Metallleitung vorgezeichneten unschädlichen Wege zur Erde herabführen; 3) sollen die Stangen ein erleichtertes Ausströmen der Erdelektricität nach den Wolken hin ermöglichen.

Eine derartige Vorrichtung wird Blitzableiter genannt. Dieselbe wird stets am Aeußern des Gebäudes angebracht, um jeden möglichen Blitzstrahl vom Innern abzuhalten.

Man unterscheidet bei jedem Blitzableiter folgende Haupttheile: a) die Auffangstange, b) die Zuleitung, d) die Ableitung und e) die Versenkung, welche wir besonders zu besprechen haben. Voraus schicken wir aber folgende allgemeine Bemerkungen.

Als Material für sämmtliche genannten Theile des Blitzableiters muß ein guter Elektricitätsleiter, also ein Metall, gewählt werden. Nicht alle Metalle besitzen gleiche Leitungsfähigkeit der Elektricität; außer der Rücksicht hierauf hat man aber auch noch darauf Bedacht zu nehmen, daß daß zu verwendende Metall nicht leicht schmelzbar, aber geschmeidig, ist, daß es nicht gerne rostet, durch die Einwirkung von Hitze und Kälte in seinem Gefüge keine Aenderungen erleidet, und eine gewisse Härte und Festigkeit besitzt. Setzt man die Leitungsfähigkeit des Kupfers = 1, so ist die des Goldes = 0,8; die des Silbers = 1,6, des Eisens = 0,18; des Bleis = 0,09, des Zinns = 0,31; des Zinks = 0,5, des Messings = 0,3. Das Silber hat also die größte und das Blei die kleinste Leitungsfähigkeit unter den aufgeführten Metallen. Die edlen Metalle Gold und Silber würden zwar ausgezeichnete Materialien für Blitzableiter abgeben, man muß aber auf ihre Anwendung verzichten, weil sie zu theuer sind. Von den unedlen Metallen sind Kupfer, Eisen und verzinktes Eisen bis jetzt am häufigsten angewendet worden. Kupfer ist dem Eisen vorzuziehen, weil es eine beinahe 6mal größere Leitungsfähigkeit besitzt als Eisen, und auch an der Luft und in feuchter Erde nicht vom Rost verzehrt wird wie das Eisen. Kupfer kann, wegen seiner größeren Leitungsfähigkeit, zwar in schwächeren Stärken angewendet werden als Eisen, ist aber trotzdem doch theurer. Blei besitzt eine viel geringere Leitungsfähigkeit der Elektricität als Kupfer und auch als Eisen; es ist leicht schmelzbar und eignet sich deshalb weniger zu Leitungen für Blitzableiter; man hat es indessen auch schon in Form von Blechen und Röhren verwandt. Zinn und Zink eignen sich der leichten Schmelzarbeit und ihrer Geneigtheit zu oxydiren auch wenig zu diesem Zweck; überdieß dehnt sich das Zink in der Wärme zu stark aus. Die Legirung von Zink und Kupfer, das Messing, ist dagegen vielfältig, namentlich in Form von Drahtseilen, für Leitungen zu Blitzableitern versucht worden; aber mit schlechtem Erfolg. Wir werden später hierauf zurückkommen. Dagegen verspricht eine Legirung von Kupfer mit Alumium, ihrer Härte, Festigkeit

und Unveränderlichkeit in der Luft wegen, ein sehr gutes Material für Blitzableiter zu werden. So bleibt denn für die gewöhnlichen Fälle die Anwendung von Kupfer und Eisen am räthlichsten, wenn man Letzteres durch gute Anstriche gegen das Rosten schützt.

Die Metallstärke für die Blitzableiter hängt von der Natur des verwandten Metalls und der Länge der Leitung ab. Um die Querschnittsstärke der Leitungen zu bemessen, hat man zu berücksichtigen, daß die Leitung fähig sein muß den stärksten Blitzfunken fortzuführen, ohne daß sie sich hierbei zu sehr erhitzt oder gar abschmilzt und unterbrochen wird; ferner daß sie äußereren mechanischen Einwirkungen, z. B. Winden, Stürmen, Stößen rc. widersteht ohne zu zerreißen. Man weiß, daß starke Blitze im Stande sind Kupferdrähte von 2 Linien Durchmesser zu schmelzen; man soll also diese Stärke — welche gewöhnlich bei elektrischen Telegraphenleitungen angewendet wird — für Blitzableiter nicht verwenden. Die geringste zulässige Stärke für kupferne Leitungsdrähte dürfte 2 1/2 Linien Durchmesser sein. Nach den Versuchen von Rieß verhalten sich die Erhitzungen, welche metallische Leiter erfahren wenn elektrische Ströme durchgeführt werden, umgekehrt wie die vierten Potenzen ihrer Durchmesser. Nach diesem Verhältniß würden sich dann die nachstehenden Erwärmungen von 2—6 Linien dicken Kupferdrähten ergeben, wenn man annimmt, daß der 2 Linien starke Draht von dem Blitz geschmolzen werden kann und hierbei die Temperatur des schmelzenden Messings von 1092 Grad erreicht.

Durchmesser der Drähte, in Linien.	Querschnittsfläche der Drähte in Quadrat-Linien.	Grade der Erhitzung.
2	3,14	1092
3	7,06	216
4	12,56	68
5	19,63	28
6	28,26	13½

Während die Querschnittsflächen im Verhältniß der Quadrate der Durchmesser zunehmen, nehmen die entsprechenden Erhitzungen im Biquadrat ab. Ein Kupferdraht von 5 Linien (12,5 Millimeter) Durchmesser ist vollständig stark und leitungsfähig genug um in allen Fällen mit Sicherheit angewendet zu werden; ja ein Kupferdraht von 4 Linien Durchmesser reicht nach den gemachten Erfahrungen schon vollkommen aus.

Man spart jedoch an Stärke des Materials, wenn man der Leitung nicht die kreisrunde sondern eine länglich rechteckige Form gibt. Da

nämlich nach allen gemachten Beobachtungen die Elektricität immer nur auf der Oberfläche des Metalls sich befindet und auf derselben fortgeleitet wird, so kommt dieselbe auch als Elektricitätsleiter allein in Betracht. Die Kreisform bietet nun den kleinsten Umfang bei gleicher eingeschlossener Querschnittsfläche; sie ist deßhalb hier die ungünstigste Form. So hat z. B. ein Draht von 4 Linien Durchmesser, bei 12,56 □Linien Querschnittsfläche, einen Umfang $4 \times 3{,}14 = 12{,}56$ Linien; dagegen hat ein Blechstreifen von 12 Linien Breite und 1 Linie Dicke, bei nahezu gleicher Querschnittsfläche von 12 □Linien, einen Umfang von $2 \times 12 + 2 \times 1 = 26$ Linien, also mehr als das Doppelte von dem Draht. Aus diesem Grunde ist es in vielen Fällen vortheilhaft, bei Kupferleitungen Blechstreifen zu verwenden, und es genügt dann eine Stärke von 1 Linie Dicke und 10—12 Linien Höhe oder Breite vollständig.

Wendet man zu den Leitungen Schmiedeisen an, so müssen dieselben allerdings eine größere Stärke erhalten als bei der Anwendung von Kupfer, weil das Eisen eine 5,6mal geringere Leitungsfähigkeit besitzt als Kupfer und überdies dem Rosten mehr ausgesetzt ist. Die Gefahr des Schmelzens durch Erhitzung ist indessen bei Schmiedeisen geringer als bei Kupfer. Man gibt den eisernen Leitungen häufig einen quadratischen Querschnitt; z. B. von $7''' \times 7''' = 49$ □Linien oder nahezu $^1/_2$ □Zoll. Die Größe des Querschnitts für eiserne Leitungen wird gewöhnlich zwischen $^1/_3$ bis $^3/_4$ □Zoll genommen. Nach aus der Erfahrung entnommenen Angaben soll der Durchmesser einer cylindrischen Leitung von Schmiedeisen nie unter 6 pariser Linien (18,5 Millimeter = 7,4 hess. Linien, oder circa 40 hess. □Linien Querschnittsfläche) betragen.

Wir wenden uns jetzt zur Construction der einzelnen Theile eines Blitzableiters.

a. **Die Auffangstangen.** Dieselben bestehen in der Regel aus 10 bis 15 Fuß langen, $^3/_4$ bis 2 Zoll im Quadrat starken schmiedeisernen Stangen, deren obere Enden in Spitzen auslaufen und deren untere Enden auf den höchsten Punkten der Gebäude senkrecht befestigt werden. Bei größeren Gebäuden ist mehr als eine Auffangstange erforderlich. Man hat wohl Regeln darüber aufgestellt, welche Entfernung der Auffangstangen von einander zulässig ist, wenn dieselben mit Sicherheit aus den Wolken in ihrer Nähe herabfahrende Blitze auffangen und das Gebäude schützen sollen; allein mit Sicherheit läßt sich über die sog. Sphäre der Wirksamkeit von Blitzableitern nicht wohl urtheilen. Einige nehmen an, daß eine Auffangstange einen Umkreis von 50 bis 60 Fuß Durchmesser (15 Meter)

schützt, und rathen bei Gebäuden von über 60 Fuß Länge stets zwei und mehr Auffangstangen anzubringen. Nach einer anderen Regel schützt ein mit einer Auffangstange versehener Blitzableiter einen kreisförmigen Raum dessen Durchmesser viermal so groß ist, als die Höhe des Blitzableiters. Wir müssen aber gestehen, daß wir über die wahre Größe des Schutzkreises von Blitzableitern nichts Sicheres wissen und daß mancherlei, oft nicht beachtete Nebenumstände, als die Lage des Gebäudes, seine mehr oder minder isolirenden Materialien, der mehr oder minder trockene Boden worauf es steht, u. s. w., hierauf influiren. Nimmt man die letzte Regel als richtig an, so würde für ein Gebäude von 60 Fuß Länge eine $^{60}/_{4}$ = 15 Fuß hohe Auffangstange erfordert werden, wenn man nur eine Auffangstange in der Mitte des Gebäudes anbringen will. Setzt man dagegen zwei Stangen, an jedes Gebäudeende eine, so braucht eine solche nur die halbe Höhe = 7,5 Fuß, zu haben. Es ist stets vorzuziehen zwei oder mehrere kürzere, als eine sehr hohe Stange anzuwenden, weil hohe starke Stangen schwieriger zu befestigen sind, dem Sturmwind viel Angriffsfläche bieten und hierdurch leicht verdreht, gebogen und abgerissen werden können. Doch soll die Größe der Auffangstangen so sein, daß dieselben die Schornsteine um wenigstens 3 Fuß überragen.

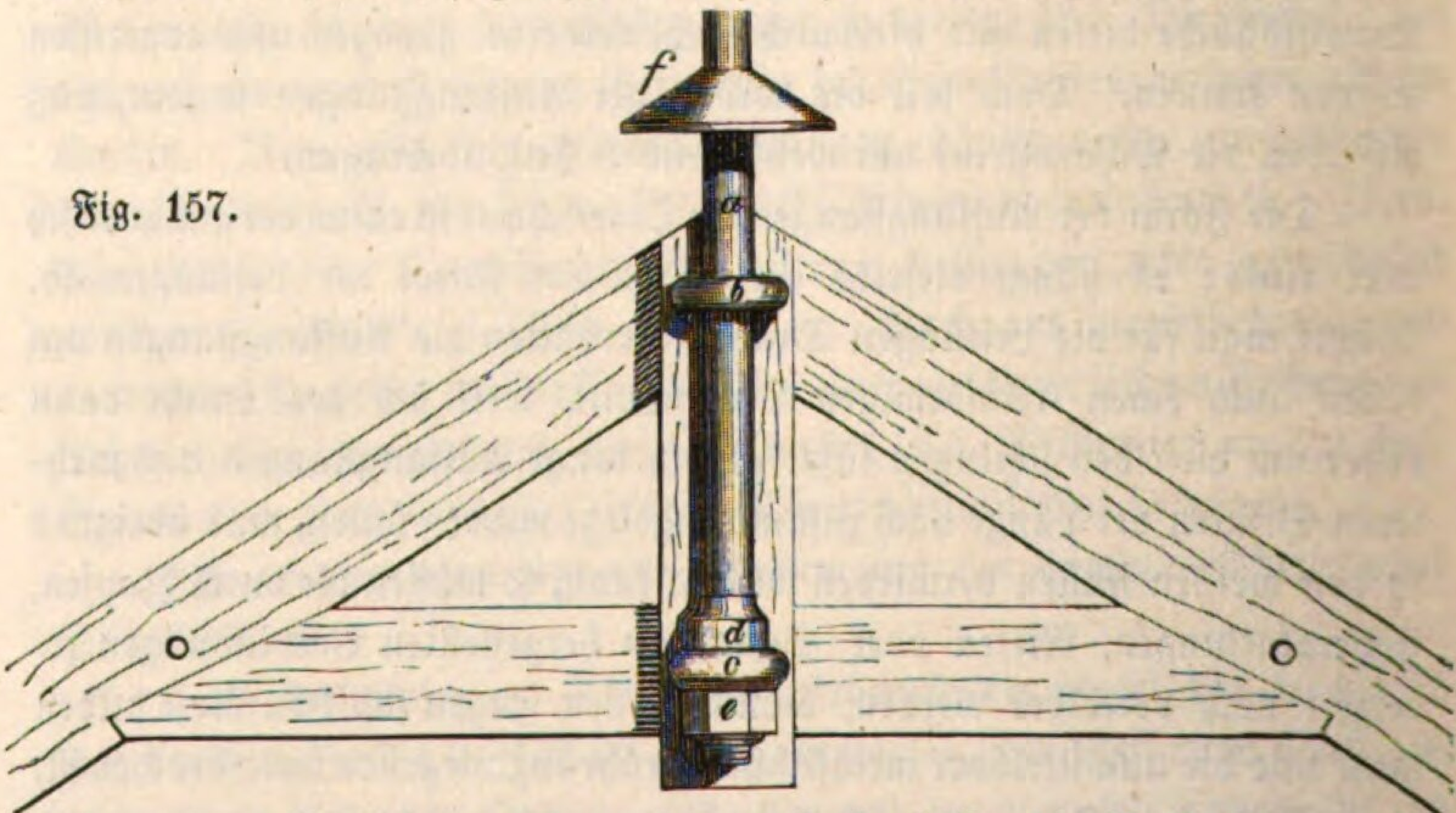
Die Form der Auffangstangen im Querschnitt ist entweder quadratisch oder rund; es hängt dieselbe indeß von der Form der Leitungen ab. Wählt man für die Leitungen Draht, so erhalten die Auffangstangen am besten auch einen kreisförmigen Querschnitt, weil sich der Draht dann besser um dieselben schlingen läßt. Wenn lange Auffangstangen aus mehreren Stücken der Länge nach zusammengesetzt werden sollen, was übrigens in den meisten Fällen vermieden werden kann, so müssen die durch Zapfen, Ueberplattungen, Nieten oder Schrauben hergestellten Verbindungen jederzeit noch verlöthet werden, damit in den Fugen sich kein Rost bilden kann und die unmittelbare metallische Berührung nirgends unterbrochen ist.

Das obere Ende einer Auffangstange wird verjüngt ausgeschmiedet, so daß es eine Spitze bildet. Die Spitze wird durch Vergoldung, Versilberung oder durch Platinirung vor Oxydation geschützt. Häufig setzt man auch über die eiserne Spitze eine 6—20 Zoll lange kupferne Hülse, die angenietet, gut verlöthet und dann vergoldet wird. Besser verfertigt man die ganze Endspitze aus Kupfer und schraubt sie auf die Eisenstange fest. Nach den von einer akademischen Commission in Paris im Jahr 1854 gegebenen Vorschriften soll die Spitze ein massiver Kegel aus Platin sein, dessen Durchmesser gleich dem des obersten Endes der Auf-

fangstange ist, und dessen Spitzenwinkel nie unter 28—30 Grad betragen, also die Höhe ungefähr doppelt so groß als der Durchmesser sein soll. Die Spitze soll unmittelbar in die eiserne Auffangstange eingeschraubt und nach dem Einschrauben mit Schlagloth verlöthet werden. **Kuhn** schlägt anstatt des Platins chemisch reines Silber für die Endspitzen vor. Die Physiker haben darüber früher gestritten, ob es besser sei, das Ende der Auffangstange in eine Spitze auslaufen zu lassen, oder mit einem Kugelknopf zu versehen. Man ist jetzt allgemein der Ansicht, daß Spitzen vorzuziehen sind. Man hat früher die Auffangstangen oft mit mehreren Spitzen versehen, in der Absicht, den herabfahrenden Blitz zu zertheilen und dadurch seine Wirkung abzuschwächen (Fig. 158 u. 159); es ist dies jedoch durchaus nicht nothwendig.

Die Befestigung der Auffangstangen auf den Gebäuden richtet sich nach den lokalen Verhältnissen und kann in verschiedener Weise geschehen. Der Architekt und Schlosser können in jedem besonderen Falle die einfachste und beste Befestigungsart wohl ohne Schwierigkeit ersinnen. Im

Fig. 157.



Allgemeinen ist dabei zu bemerken, daß, je höher die Auffangstange ist, um so solider muß die Befestigung sein. Man vermeide es möglichst die Stangen weit in das Innere des Gebäudes hereintreten zu lassen und ordne lieber mehrere kurze Auffangstangen und Ausläufer an, als daß man eine sehr hohe Stange errichtet, welche eine starke, weit in das Innere des Gebäudes eintretende Befestigungsart nothwendig macht.

In Fig. 157 ist eine Befestigungsart für runde Stangen dargestellt. a ist der untere Theil der Auffangstange; derselbe wird bei b und c von starken Ringen umschlossen, welche in das Holz des Dachgesperres einge-

steckt und hinten durch Muttern befestigt sind. An der Stange a befindet sich unten der Ansatz d welcher auf dem Ring c ruht. Vor das Ende der Stange, welches mit einem Gewinde versehen ist, wird eine Mutter e geschraubt. f ist ein Ansatz an der Stange, über der First, zum Schutz dieser Stelle gegen das Eindringen von Regenwasser.

Die einfachste Befestigungsart von Auffangstangen ist in Fig. 158 dargestellt. Das untere Ende der Stange wird auf etwa 1 1/2 Fuß aufgehauen, die beiden Theile werden nach der Richtung der Sparren gebogen, in dieselben eingelassen und festgenagelt oder geschraubt. Bei der Befestigung in Fig. 159 sind besondere Bänder an das untere Ende der Auffangstange genietet oder geschraubt und verlöthet, welche dann ihrerseits an die Seitenflächen der Dachsparren geschraubt sind. Man kann, wie Fig. 160 zeigt, dieselbe Verbandweise für Helmstangen an Thürmen &c. anwenden. Man kann auch, ähnlich wie bei Fig. 158, die Befestigungslappen am unteren Ende der Stange mit derselben aus einem Stück schmieden, oder sie anschweißen, und seitlich an den Sparren befestigen. Große Sorgfalt muß darauf verwendet werden die Stelle wo die Auffangstange aus dem Dach hervortritt gegen Eindringen von Regenwasser zu schützen. Durch eindringende Feuchtigkeit wird nicht nur das Sparrenwerk an dieser Stelle leicht verfault und die Verbindung der Stange mit demselben dadurch unsicher gemacht, sondern es bildet auch die Nässe einen guten Leiter der Elektricität, wodurch der Blitz leicht von der äußeren Leitung ab und in das Innere des Gebäudes geführt werden kann. Man versieht daher die Auffangstangen über dieser Stelle mit einem Rand, oder mit einem Sattel von Kupfer- oder Bleiblech. In Fig. 157 war bei f an der Auffangstange ein solcher Rand angebracht, unter welchen die Bedeckung tritt und so geschützt wird. In Fig. 161 ist ein Sattel von Kupferblech dargestellt, welcher um die Stange gelegt wird. Fig. 162 zeigt zu gleichem Zweck einen Stiefel von Walzblei der das untere, über die Dachfirst ragende Ende der Auffangstange umschließt.

Bei Gebäuden welche mit vielen vorspringenden Spitzen und Giebeln versehen sind, erheischt es die Vorsicht, dieselben mit kleineren Auffangstangen zu versehen.

b. **Die Zuleitung** besteht in einer Verbindung der verschiedenen Auffangstangen unter einander und mit der Ableitung. Bei mit Metall gedeckten Dächern fällt sie ganz weg, weil dann die Bedeckung selbst die Verbindung zwischen den einzelnen Auffangstangen herstellt. Man hat auch empfohlen, bei Metalldächern die besondere Ableitung ganz weg-

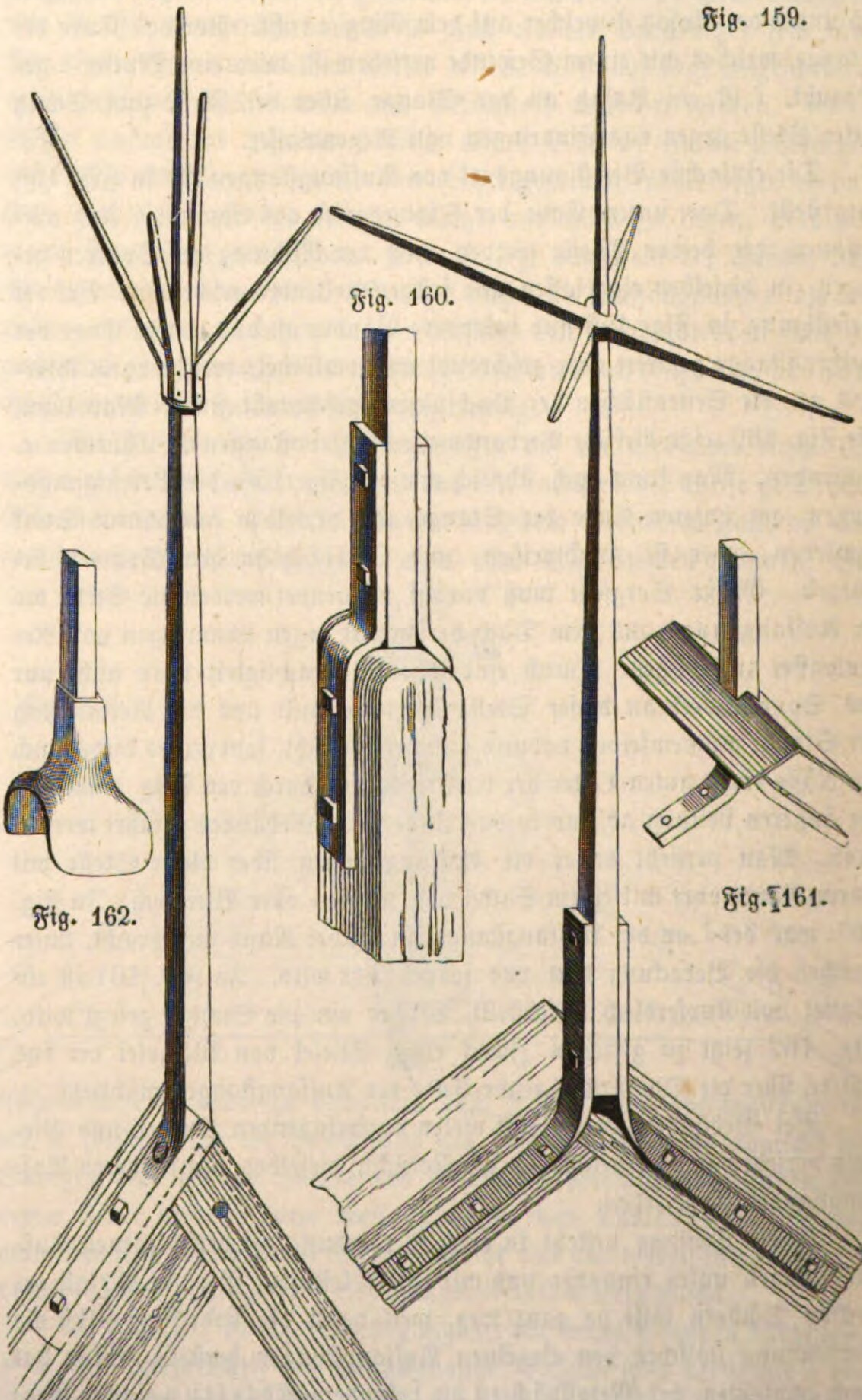


Fig. 158.

Fig. 159.

Fig. 160.

Fig. 161.

Fig. 162.

zulassen und hierfür die Regenkandeln und Röhren zu benützen. Es wäre dann nur der nahe über dem Erdboden befindliche Ausguß der Regenröhre mit einem Eisenstab zu versehen welcher in die Erde versenkt wird. An Kosten wird durch die Benützung der Kandeln und Röhren zur Fortleitung des elektrischen Blitzfunkens allerdings gespart; indeß ist dieses Verfahren unsicher, weil die dünnen Bleche sehr häufig, unter ihrem Anstrich und ohne daß es von Außen bemerkt wird, vom Rost zerfressen werden und dann keine guten Elektricitätsleiter mehr sind. — Die Construction der Zuleitungen ist mit derjenigen der Ableitungen ganz gleich, weßhalb wir sie gemeinschaftlich besprechen.

c. Die Ableitung ist eine Leitung von Metall, welche die Zuleitungen oder die Auffangstangen mit dem feuchten Erdboden in Verbindung zu bringen hat. Bei größeren Gebäuden sind mehrere Ableitungen anzubringen.

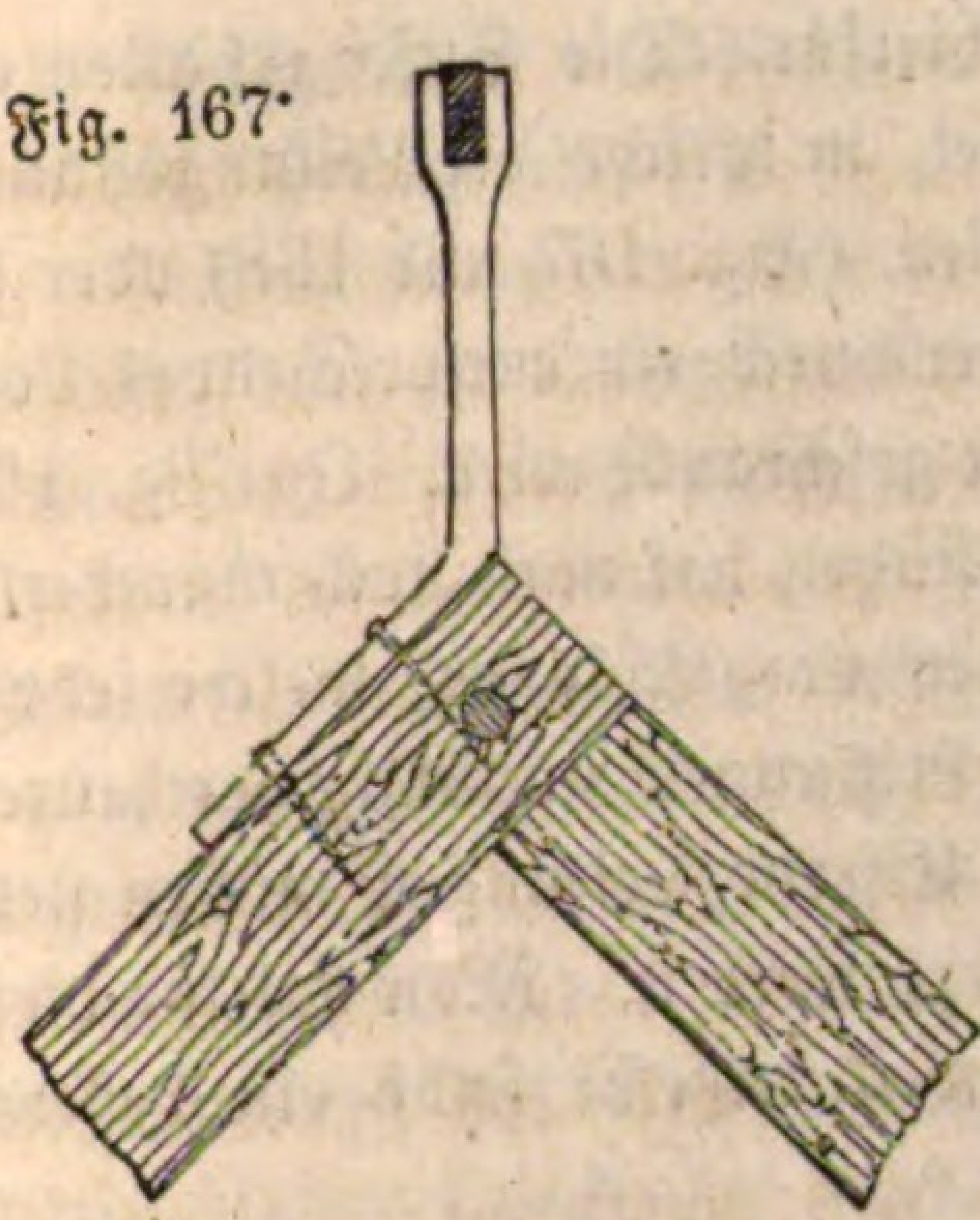
Was nun die Construction der Zu- und Ableitungen betrifft, so kann dieselbe in verschiedener Weise geschehen; stets hat man aber sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Verbindung der Leitungen unter sich und mit den Auffangstangen eine möglichst vollkommene und metallische ist. Man hat bis jetzt das zu den Leitungen benutzte Metall in Form von Stangen, Blechstreifen, Draht, Seil und hohlen Cylindern (Röhren) angewendet.

Die Stangenform wird gewöhnlich dann gewählt wenn Eisen zu den Leitungen benutzt wird. Man nimmt an, daß die schmiedeisernen Stangen mindestens $^1/_2$ hess. Quadratzoll Querschnitt erhalten müssen, wenn nur eine Ableitung von dem Dach herniedergeführt wird. Wählt man einen quadratischen Querschnitt so würde dann die Breite und Dicke der Leitungsstangen 7 Linien betragen müssen. Werden mehrere Ableitungen angebracht, so kann der Querschnitt der Leitungsstangen weniger aber nicht unter $^1/_4$ □Zoll, betragen. Wir haben früher schon bemerkt, daß ein Querschnitt von der Form eines länglichen Rechtecks dem quadratischen Querschnitt vorzuziehen, also anstatt Quadrateisen, Flacheisen zu verwenden ist. Die Verbindung der einzelnen Stangen, woraus die Leitung besteht, unter sich, kann in verschiedener Weise geschehen. Man schmiedet dieselben an den Enden etwas breit (Fig. 163) locht diese Stellen und verbindet sie durch Nietbolzen oder Schrauben. Die wirklich metallische Verbindung wird aber hier und bei den anderen Verbindungen nur dadurch hergestellt, daß man die Verbandstellen vorher gut von Oxyd reinigt und nach dem Vernieten oder Verschrauben noch ver-

löthet. Fig. 164 zeigt eine andere Verbandweise durch Ueberplattung und Vernieten. Man kann auch die beiden zu verbindenden Stangen weiter über einander legen und an 2 oder 3 Stellen vernieten. Für die Verbindungen der Leitungen mit den Auffangstangen werden auch verschiedene Constructionen angewendet. Eine oft angewandte Methode ist in Fig. 165 dargestellt. Die Enden der Leitschienen sind an der Auffangstange aufgebogen und mittelst einer Schraube gehörig angezogen. Eine andere Verbingung ist in Fig. 166 im Grundriß und in perspectivischer Ansicht dargestellt. Die Auffangstange wird hier von zwei Bändern umschlossen, zwischen welche die Enden der Leitungsschienen gesteckt und mit denselben verschraubt werden. Ist die Auffangstange rund, so macht man ein eisernes Halsband mit langen Zangen, zwischen welche die Leitungsschienen gesteckt und mittelst einer oder zwei durchgezogenen Schrauben befestigt werden.

Die Befestigung der Stangen an den Mauern des Hauses und auf dem Dach geschieht gewöhnlich durch eiserne Stützen, Träger oder Stifte. Man hat verlangt, daß diese eisernen Stützen durch hölzerne Träger ersetzt werden sollen, weil man befürchtete, daß sonst die Electricität durch die Stützen leicht in das Innere des Hauses geleitet werden könnte. Noch andere Vorschläge zur Isolirung der Leitungsstangen sind gemacht worden. Schlossermeister Heincke in Meißen isolirt die Eisenstäbe an den Stellen, wo sie gestützt werden, durch eine Umhüllung von Guttapercha. Schieferdecker Carl in Leipzig schlägt vor, die Leitungen (bestehend aus Kupferdrähten) durch isolirende Glasplatten zu führen, welche an den Stützen angebracht werden; und dergleichen mehr. Es ist dies jedoch nicht nöthig, und steht nicht zu befürchten, daß der Blitz von der Leitung abspringt, wenn man dafür sorgt, daß die Leitstangen überall gut mit einander verbunden sind und daß die Leitungen nicht in der Nähe von größeren Metallkörpern im Aeußern und Innern des Hauses angelegt werden; denn die Elektricität sucht immer den kürzesten Weg zum Boden. Die eisernen Stützen werden von halbzölligem Quadrateisen hergestellt, in Abständen von 5—8 Fuß von einander gesetzt und in die Mauern oder das Holzwerk eingeschlagen oder angenagelt; sie erhalten eine solche Länge (8—12 Zoll), daß die Leitung um 3—6 Zoll von der Wand oder der Dachfläche absteht. Man braucht wegen der Größe dieses Abstandes nicht in Sorge zu sein; es schadet der Wirkung der Leitung nicht, wenn sie dem Mauerwerk ganz nahe gebracht wird, denn wenn der Blitz abspringen wollte, wäre die geringe Entfernung von 3—6 Zoll

Fig. 167.



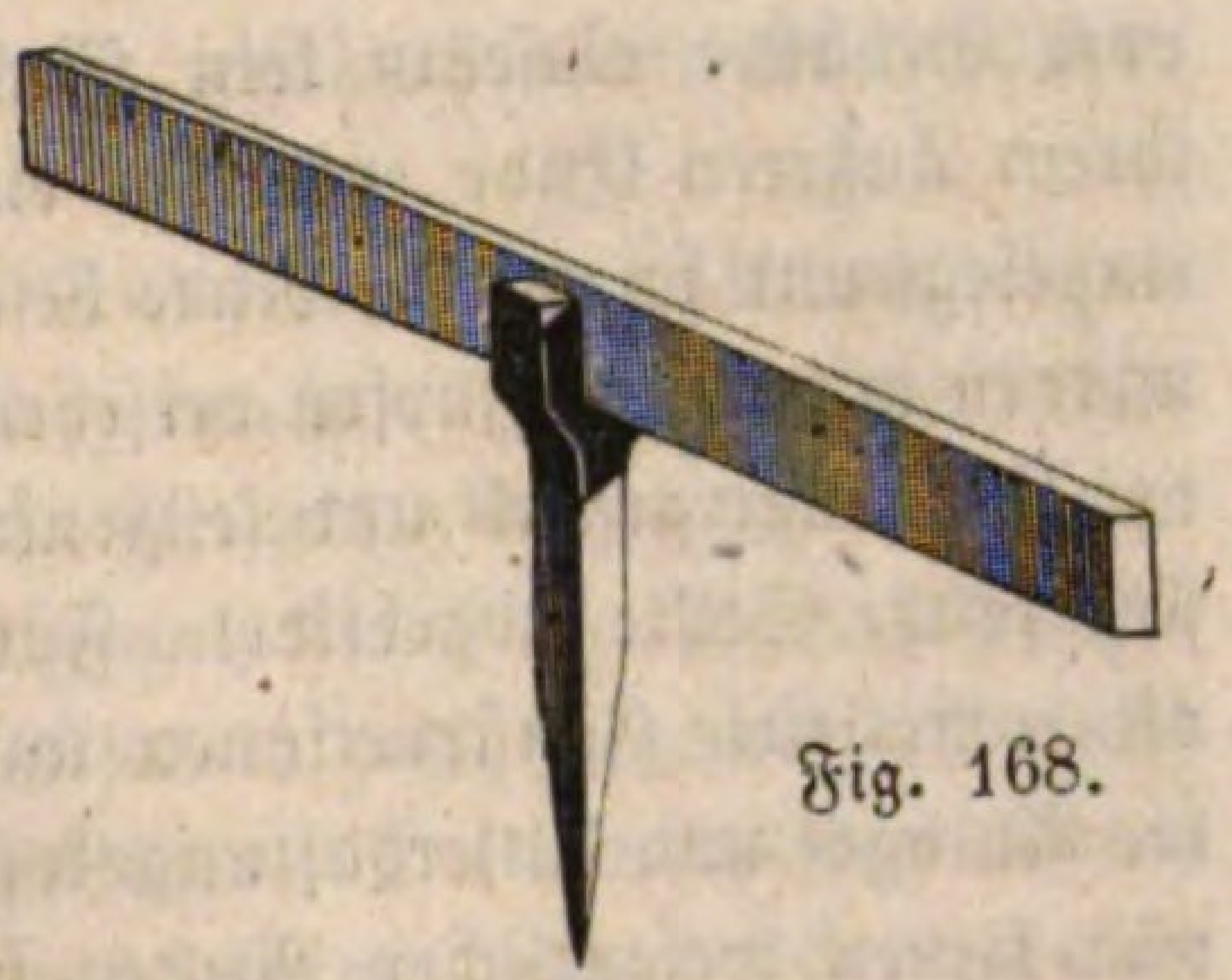


Fig. 168.

Fig. 170.



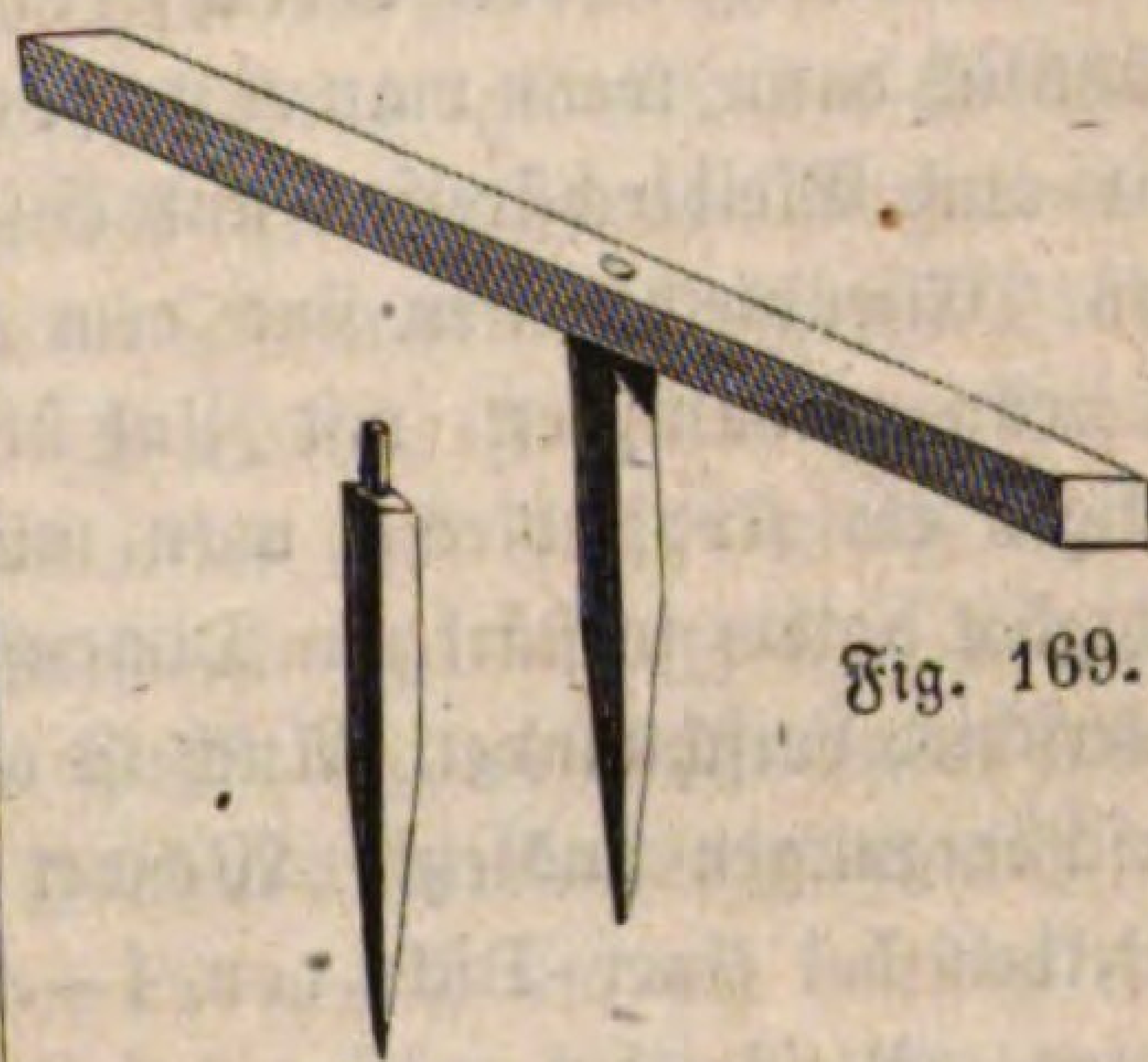


Fig. 169.

Fig. 164.

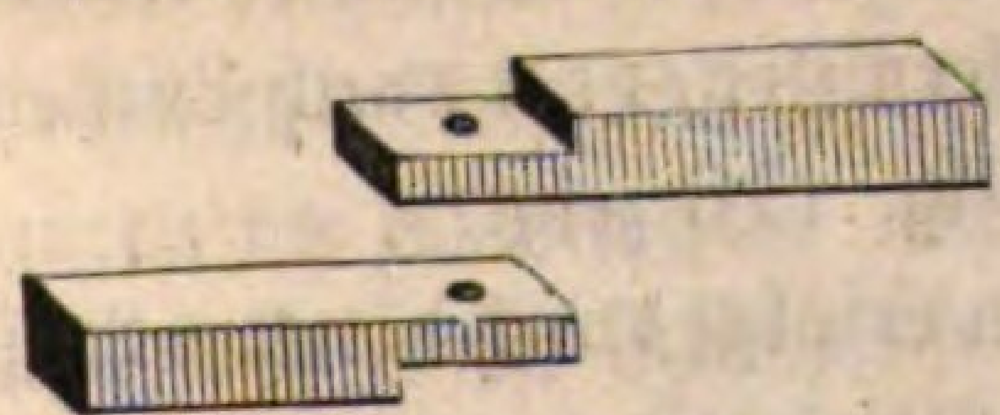


Fig. 163.

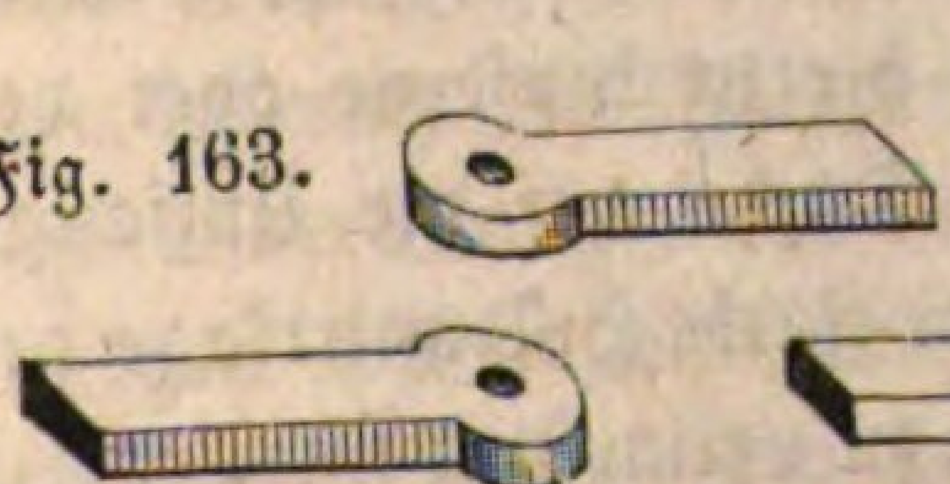
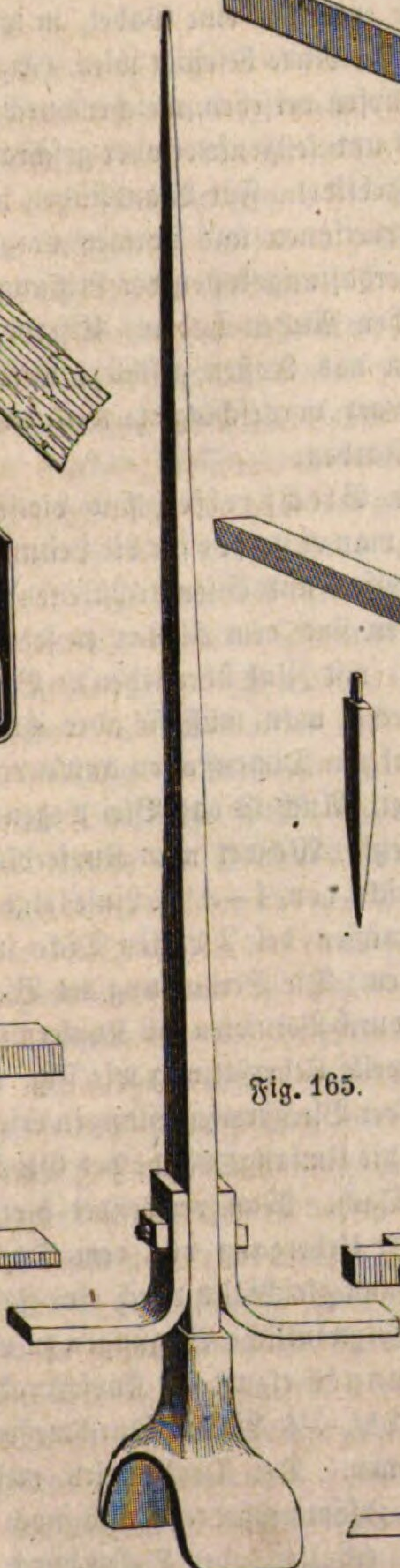


Fig. 165.



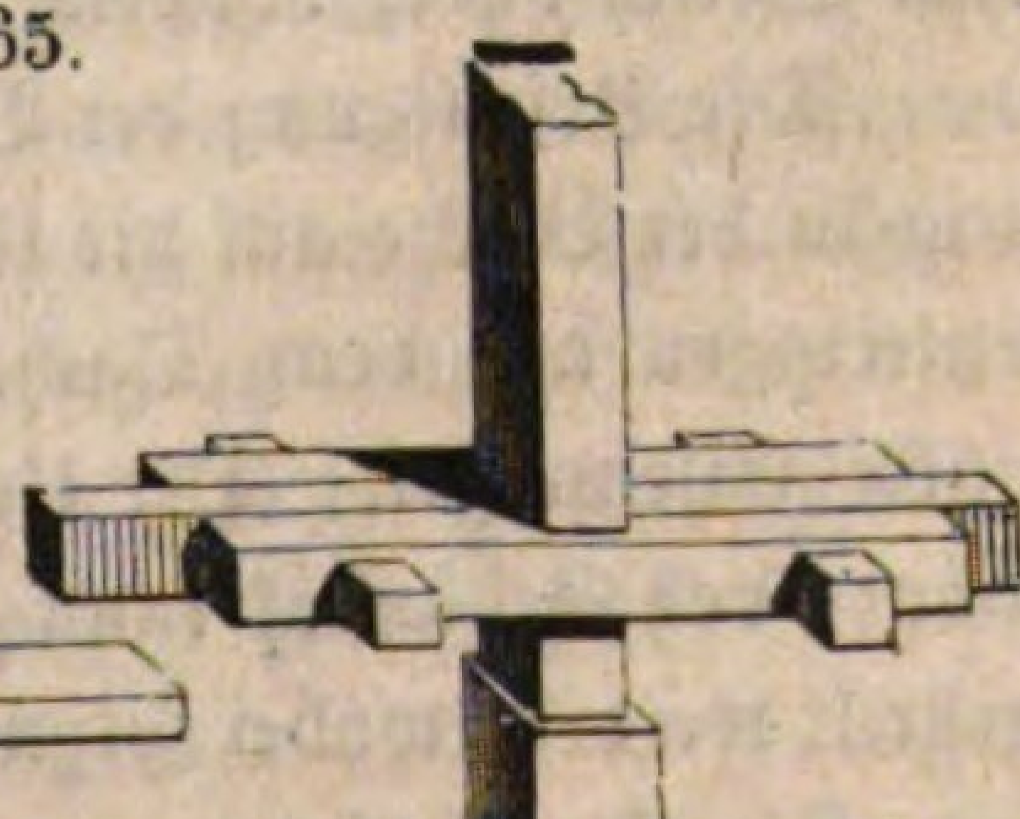


Fig. 166.



vom Gebäude ohnehin kein Hinderniß hierfür. Die Stifte erhalten an ihrem äußeren Ende entweder eine Gabel, in welche die Leitungsstange eingelegt und durch eine Niete befestigt wird, (Fig. 167 und 168) oder sie werden mit einem Zapfen versehen, welcher durch ein entsprechendes Loch der Leitstange gesteckt und festgenietet oder geschraubt wird. In Fig. 169 sind solche Stifte abgebildet. Für Wandstützen hat man noch mancherlei oft complicirte Constructionen und Formen vorgeschlagen, welche jedoch die Anlage- und Unterhaltungskosten der Leistungen unnöthig vertheuren und keinen wesentlichen Nutzen haben. Eiserne Leitungen müssen stets durch Anstriche gegen das Rosten geschützt werden. Man hat für diese Anstriche Lampenschwarz vorgeschlagen, weil dasselbe selbst ein besserer Leiter ist als andere Farben.

Ableitungen von Blechstreifen sind vielfältig im Gebrauch, gewöhnlich dann, wenn man Kupfer für die Leitungen verwendet; indessen sind auch Bleiblechstreifen und Eisenblechstreifen in Anwendung gekommen. Eisenblechstreifen sind dem Rosten zu sehr ausgesetzt, man müßte sie denn galvanisiren (mit Zink überziehen). Bleiblechstreifen sind zwar billiger als Kupferbleche, man muß sie aber ihrer geringeren Leitungsfähigkeit halber in stärkeren Dimensionen anwenden, wodurch der Preisunterschied verschwindet. Auch ist das Blei wegen seiner Weichheit leicht Beschädigungen ausgesetzt. Wendet man Kupferblechstreifen an, so sollen dieselben bei einer Dicke von 1—1$^1/_2$ Linie eine Breite von 2 Zoll erhalten. Bleistreifen müssen bei 2 Linien Dicke immerhin 5 bis 6 Zoll breit genommen werden. Die Verbindung der Blechstreifen unter einander geschieht entweder durch Vernieten mit Kupferstiften, oder durch Löthen, oder endlich durch doppelte Ueberfalzung wie Fig. 170 zeigt.

Die Befestigung der Blechstreifenleitungen erfolgt durch direktes Aufnageln der Bleche auf die Umfangswände des Gebäudes und auf Bretterunterlagen auf dem Dach. Man verwendet hierzu kupferne oder verzinkte Eisennägel. Der Uebergang von dem Dache auf die Umfangswände des Gebäudes kann gleichfalls durch eine starke Holzunterlage hergestellt werden, wobei spitzwinkliche Biegungen zu vermeiden sind.

Für Drahtleitungen eignet sich Kupferdraht am besten; derselbe wird von mindestens 2$^1/_2$—4 Linien Durchmesser, je nach der Länge der Leitungen, genommen. Der Draht wird mehrmals um die Auffangstange gewunden, zusammengedreht und noch an der Verbandstelle verlöthet. Die Träger erhalten oben Oesen durch welche der Draht gesteckt und getragen wird. Wo Drahtenden mit einander zu verbinden

sind, schlägt man dieselben am besten platt, vernietet sie mit Kupferstiften und verlöthet die Stellen.

Drahtseilleitungen wurden zuerst von Saussure empfohlen und dann an verschiedenen Orten in Anwendung gebracht. Man verwandte beinahe ausschließlich Messingdrahtseil. Derartige Leitungen empfahlen sich durch die Leichtigkeit ihrer Herstellung und die Größe ihrer leitungsfähigen Oberfläche. Die Erfahrung hat jedoch ganz gegen die Anwendung von Messingdrahtseil entschieden. In den meisten Orten zeigten sich die Leitungen nach kaum zwei Jahren, namentlich da wo sie mit Eisen verbunden waren, mehr oder minder zerstört. Auch bei den Blitzableitern des Werkstättengebäudes im hiesigen Centralbahnhof der Main-Neckar-Eisenbahn wurden Messingdrahtseile angewendet, welche Gelegenheit zu Beobachtungen über deren Dauer gaben. Die Drahtseile bestanden aus 10 schraubenförmig um einander gewundenen Drähten von 1,7 Millimeter (0,68 hess. Linie) Stärke, von denen zuerst drei zu einem inneren Seil (der Seele), und um diese dann die übrigen 7 Drähte in äußeren Windungen zusammengedreht waren. Die Dicke der Drahtseile betrug im Durchschnitt 6,5 Millimeter (2,6 hess. Linien) und die Höhe einer Windung beiläufig 25 Millimeter (1 hess. Zoll). Die Leitungen gingen nur bis zur Dachfläche, welche mit wellenförmigem Eisenblech überdeckt ist. Hier waren die Drähte auseinandergelegt und auf einen Kupferstreifen aufgelöthet, welcher auf dem Eisenblech befestigt war. Am unteren Ende waren die Drahtseile auf einen Fuß Länge auseinander gewunden und in ausgemauerte und mit Kohlenstaub angefüllte, nach unten zu offene Löcher versenkt. Sämmtliche Leitungen waren zum Schutz gegen die Atmosphäre mit heller Oelfarbe angestrichen. Etwa nach Ablauf von zwei Jahren seit ihrer Herstellung wurde bemerkt, daß sämmtliche Leitungen in einen Zustand der Brüchigkeit übergegangen waren. Die äußeren Drähte waren geschwärzt und hatten an vielen Stellen deutliche Quersprünge, auf denen sie oxydirt waren. Die drei inneren Drähte dagegen waren meist noch ganz blank; indessen waren auch sie ganz brüchig geworden und sie zeigten ebenfalls Spuren von Quersprüngen, wenn auch in minderem Grade, als die Drähte der äußeren Windungen. Auf dem Bruche hatten sie ein feinkörniges Gefüge, wie dasjenige von feinerm Gußmessing, und bei vollkommen erhaltenem Metallglanze ließ sich hier stellenweise eine weißliche Färbung wahrnehmen.

Ganz ähnliche Wahrnehmungen sind an Blitzableitern von Messingdrahtseil in verschiedenen Gegenden Deutschlands und der Schweiz ge-

macht worden. In einer Ausschußsitzung des Großh. hess. Gewerbvereins im Jahr 1849 (Gewerbeblatt für das Großh. Hessen von 1849, Nr. 21) wurde von Herrn Ministerialrath **Schleiermacher** Bericht über die Veränderungen des Messingdrahtseils und deren Ursachen erstattet, und aus den verschiedenen gemachten Beobachtungen folgende Schlüsse gezogen: „1) Messingdraht erleidet an und für sich unter der Einwirkung der athmosphärischen Feuchtigkeit eine Veränderung in seiner inneren Constitution, welche seine Anwendung im Freien oder an feuchten und mit Säuren geschwängerten Räumen nicht räthlich macht. 2) Diese Veränderung wird wesentlich befördert, wenn das Messing sich mit einer größeren Masse eines anderen Metalls (Eisen) in Contact befindet, und es liegt nahe, diesen Einfluß einer fortwährenden galvanischen Thätigkeit zuzuschreiben. 3) In Folge hiervon scheint im Innern des Messings eine veränderte Lagerung der Molecülen einzutreten, die sich durch ein körniges Gefüge schon da kund gibt, wo die Wirkung der Atmosphärilien noch nicht sichtbar geworden ist. Hiermit ist eine Abnahme der Cohäsion verbunden. Der Draht wird brüchig und erhält die Neigung, sich in einzelne Theile durch Quersprünge abzusondern, wenn durch eine vorherige Biegung oder Windung seine Elasticität wirksam gemacht worden ist. Wirken auf ihn hierbei die Atmosphärilien ein, so geht die Zerstörung in Folge dieser Absonderung rasch vorwärts. 4) Als Hauptresultat dieser Beobachtungen wird aber erkannt werden müssen, daß die Anwendbarkeit der Messingdrahtseile zu Blitzableitern sehr in Frage gestellt ist und daß sie wenigstens in allen den Fällen unbedingt verwerflich erscheint, wo die Leitungen mit größeren Massen eines anderen Metalls in Berührung kommen würden, also bei allen metallenen Bedachungen."

Wir halten es für das Gerathenste messingene Drahtleitungen für Blitzableiter nirgends anzuwenden, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will dieselben nach wenigen Jahren zerstört zu sehen*).

---

*) Wie rasch Messingdraht eine Veränderung seiner inneren Constitution erleidet, wenn er feuchter Luft ausgesetzt und mit Eisen in Berührung ist, hatten wir kürzlich wieder Gelegenheit zu beobachten. Bei physikalischen Versuchen über den Stoß des Wassers wurden 3 messingene Leitungsdrähte über einen 96 Fuß langen Teich straff angespannt. Die Enden waren um eiserne Haken gewunden, welche durch Muttern angezogen werden konnten. Die Drähte waren ursprünglich vom besten zähen Messing; sie waren 4 Zoll über dem Wasserspiegel gespannt und hielten 3 Wochen sehr gut; plötzlich riß ein Draht, dann der zweite und dritte. Bei näherer Untersuchung zeigten sich die Drähte ganz brüchig — namentlich in der Nähe ihrer Enden wo sie an die eisernen Haken befestigt waren — und konnten zu dem bestimmten Zweck nicht mehr

Kupferdrahtseil kann dagegen recht gut für Blitzableiterleitungen angewandt werden; man wird hierzu jedoch seltener greifen, sondern lieber Kupferdraht oder Kupferstreifen anwenden.

Röhrenleitungen. **Porro** stellte im Jahr 1822 Versuche zu Turin an, wobei er sich des Bleis zum Ableiten des Blitzes in den Boden bediente; er ersetzte später an einem Thurm in Genua das zerrissene Drahtseil durch Bleiröhren von 3 Centimeter (1,2 hess. Zoll) innerem Durchmesser, welche ihren Zweck lange sehr gut erfüllt haben sollen.

Auch der Engländer **Murray** wendet röhrenförmige Blitzableiter an, wodurch derselbe bei geringerer Metallstärke eine größere Leitungsfläche für die Elektricität erzielt, weil er die *innere* und *äußere* Röhrenfläche zur Fortleitung des Blitzes benutzt. **Murray's** Blitzableiter endigt in eine kupferne und vergoldete Spitze, Fig. 171, welche 2 ½ Fuß lang, an der dicksten Stelle 1 ½ Zoll im Durchmesser stark ist und in eine kupferne Röhre von ¾ Zoll Kaliber eingeschraubt wird. Diese letztere Röhre wird nach **Murray's** Angabe an der Verbindungsstelle mit der Spitze durchlöchert, um das elektrische Fluidum auf die *inneren* und *äußeren Flächen* zu verbreiten. **R. D. Chantrell** gibt an, (Dingler's polyt. Journal Bd. 86, S. 179), daß er in England mehrere Blitzableiter nach diesem System ausgeführt hat, welche sich gut bewährt haben. Bei dem ersten Blitzableiter der Art, welchen er auf der Kirche zu Kirkstal bei Leeds errichtete, bestand die *Ableitung* aus Röhren von 9 engl. Fuß (11 hess. Fuß = 2 ¾ Meter) Länge, welche mit Kuppelungen versehen waren und an einander geschraubt wurden. Es ergab sich jedoch in der Folge, daß diese Kuppelung unzweckmäßig ist, weil sie der Ausdehnung und Zusammenziehung des Metalls bei wechselnden Temperaturen keinen Spielraum gestattet. Chantrell hat daher bei seinen später errichteten Blitzableitern eine bessere Verbindung der Röhrenstücke gewählt. Er löthet nämlich ein engeres Röhrenstück ungefähr einen Zoll tief in die untere Röhre und läßt dasselbe 6 Zoll tief in die obere Röhre eintreten. Unter dieser Stelle wird der eiserne Halter angebracht; siehe Fig. 172. Die eisernen Halter wurden dadurch isolirt, daß sie mit alter, in flüssigen Talg getauchter Seide umwickelt waren; wir halten jedoch diese Isolirungsvorsicht für überflüssig. Es ist auch vorgeschlagen worden, die eisernen Träger oder Tragstifte mit Guttapercha, Porzellan oder Glasbüchsen zu

---

verwendet werden. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß Messingdraht überall da, wo er feuchter Luft ausgesetzt ist seine Constitution ändert, brüchig und daher unbrauchbar wird.

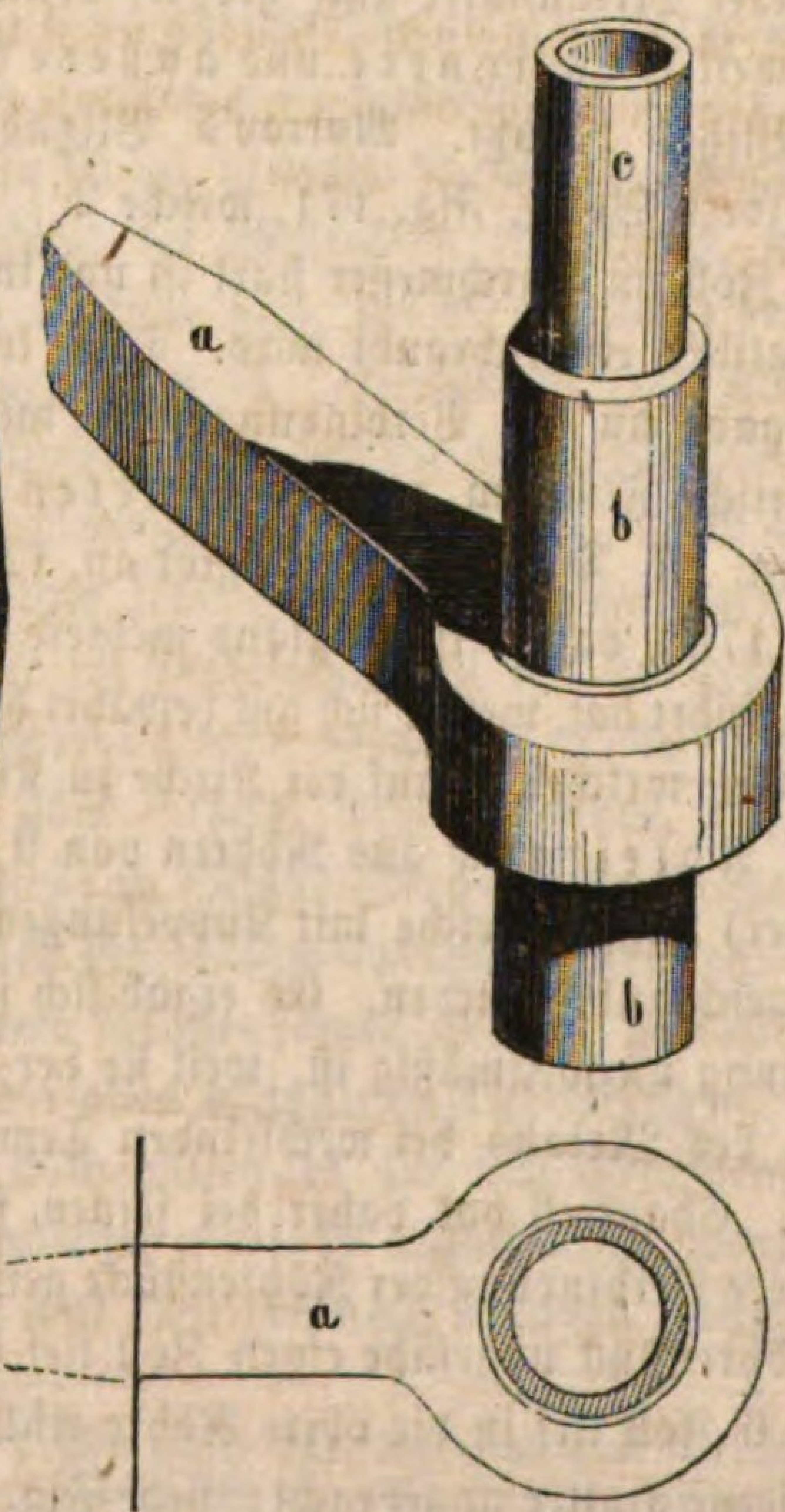
versehen, um die Isolirung der Leitung an diesen Stellen zu bewirken. Solche Vorrichtungen machen jedoch die Anlage complicirt und theuer, ohne daß sie einen besonderen Werth haben.

d. **Die Versenkung.** Die Ableitung muß unmittelbar mit feuchtem Erdboden in Verbindung gebracht und von demselben umschlossen werden. Es genügt nicht, dieselbe nur bis zur Oberfläche des Erdbodens herabzuführen und dann endigen zu lassen, weil die Leitungsfähigkeit der Erde bedeutend vermindert wird wenn sie trocken ist. Das Einlegen der Leitung in Versenkungskanäle von Holz, Stein oder Thon ist nicht rathsam. Findet sich in der Nähe ein Wasserbehälter, ein Graben, ein Teich 2c., so biegt man unter der Erdoberfläche die Ableitung in schräger Richtung vom Hause weg und leitet sie in das Wasser. Wo sich solche Wasserbehälter nicht in der Nähe finden, gräbt man in einiger Entfernung eine Grube, welche bis zu dem bleibenden Wasserspiegel reicht und führt in dieselbe das Ende der Ableitung. Werden zur Leitung Eisenstangen verwendet, so sind dieselben in der feuchten Luft und in feuchtem Erdboden dem Verrosten ausgesetzt, wenn sie nicht häufig nachgesehen und durch Anstriche geschützt werden. Man kann jedoch an den in die Erde versenkten Theil des Ableiters nicht ohne Umstände gelangen, und da er dem Auge verdeckt liegt, so wird auch das zeitweise Nachsehen und Repariren leicht vergessen. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich, den in die Erde versenkten Theil der Ableitung entweder von Kupfer oder von verzinktem Eisen zu machen. Es ist auch vorgeschlagen worden, eiserne Versenkungen mit Kohlepulver zu umgeben, welches selbst ein guter Leiter der Elektricität ist und das Eisen vor dem Rosten schützen soll. Zur Beförderung der Ausleitung der

Fig. 171.



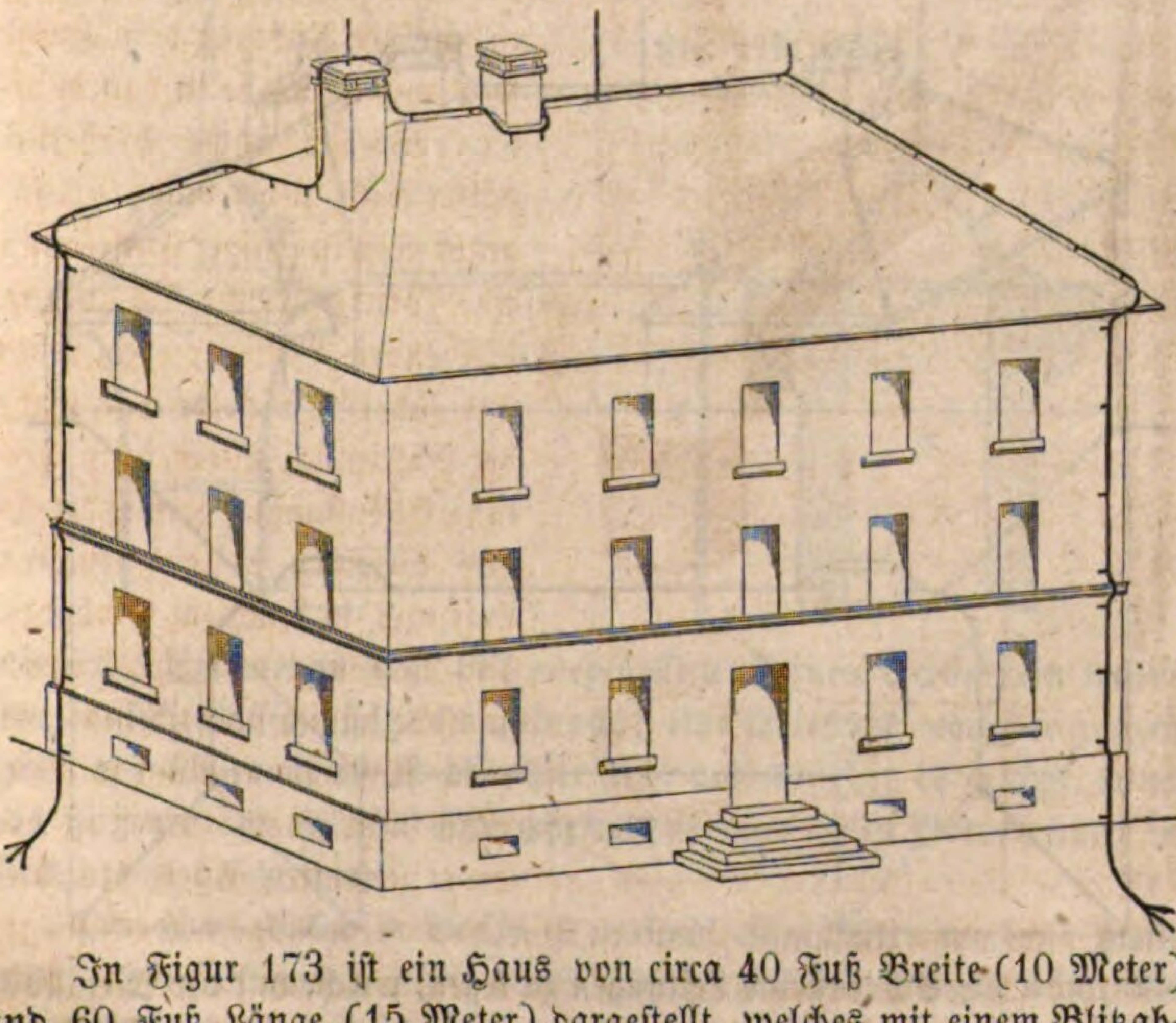
Fig. 172.



Elektricität wird häufig das Ende der Ableitung in mehrere Zweige getheilt; man gibt dann den eisernen Ausleitungen die Form von Dreispitzen, strahlenförmigen Ausläufern ꝛc.; es liegt dieser Anordnung dieselbe Idee zu Grunde wie bei den Auffangstangen mit mehreren Spitzen (Fig. 158), nur daß dort die Wolkenelektricität aufgefangen und hier abgeleitet werden soll. Es wird auch empfohlen, Abweichungen von dem Hauptast schon unmittelbar unter der Oberfläche der Erde anzubringen und in geneigter Lage nach Stellen hinzuführen, welche der Durchnässung durch Regen ꝛc. ausgesetzt sind. Die eigentliche Ausleitung wird aber möglichst tief und bis zum bleibenden Wasserspiegel geführt.

Nachdem wir in Vorstehendem die einzelnen Theile eines Blitzableiters besprochen haben, bleibt uns noch übrig, an einem bestimmten Beispiel die ganze Anordnung im Zusammenhang zu zeigen.

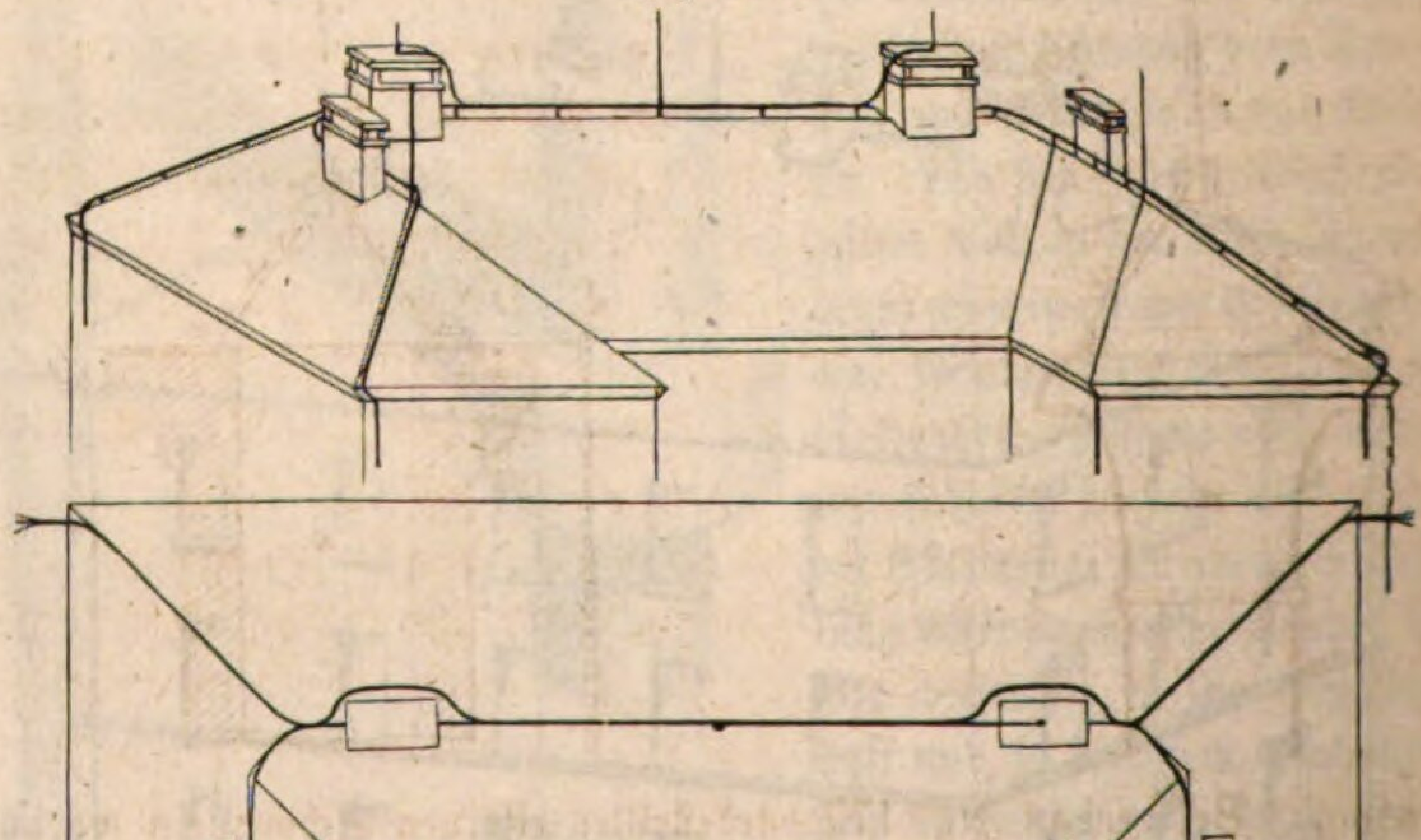
Fig. 173.



In Figur 173 ist ein Haus von circa 40 Fuß Breite (10 Meter) und 60 Fuß Länge (15 Meter) dargestellt, welches mit einem Blitzableiter versehen ist. Die Ansicht ist vom Hof aus gedacht. Es wurde nur eine Auffangstange in der Mitte des Daches von 16 Fuß (4 Meter) errichtet; dagegen sind an den Enden der Dachfirst Ausläufer angebracht. Besser ist es, wenn man in diesem Fall zwei Auffangstangen, an jedem

Firstende eine, errichtet. Man führt die Leitung entweder um die Schornsteine herum, oder über dieselben. In unserer Abbildung sind beide Methoden dargestellt. Schöner und besser ist es, die Leitungen um die Schornsteine, in einem Bogen, herumzuführen. Man kann dann, aus Vorsicht, neben den Schornsteinen Auffangstangen aufstellen, welche dieselben überragen; oder man setzt über die Schornsteine kleine Auffangstangen und verbindet dieselben mit der Hauptleitung. Wird die Hauptleitung über die Schornsteine weggeführt, so erhält sie auch über jedem Schornstein eine kleine Auffangstange. Von der Firstleitung geht eine Ableitung zur Erde; besser ist es, deren zwei anzulegen. Die Ableitungen bringt man, wo möglich, an der Wetterseite des Gebäudes an und vermeidet es, sie in die Nähe von eisernen Balkonen, Geländern u. s. w. zu legen. Bei Metalldächern sind die Auffangstangen überflüssig; es genügt

Fig. 175.



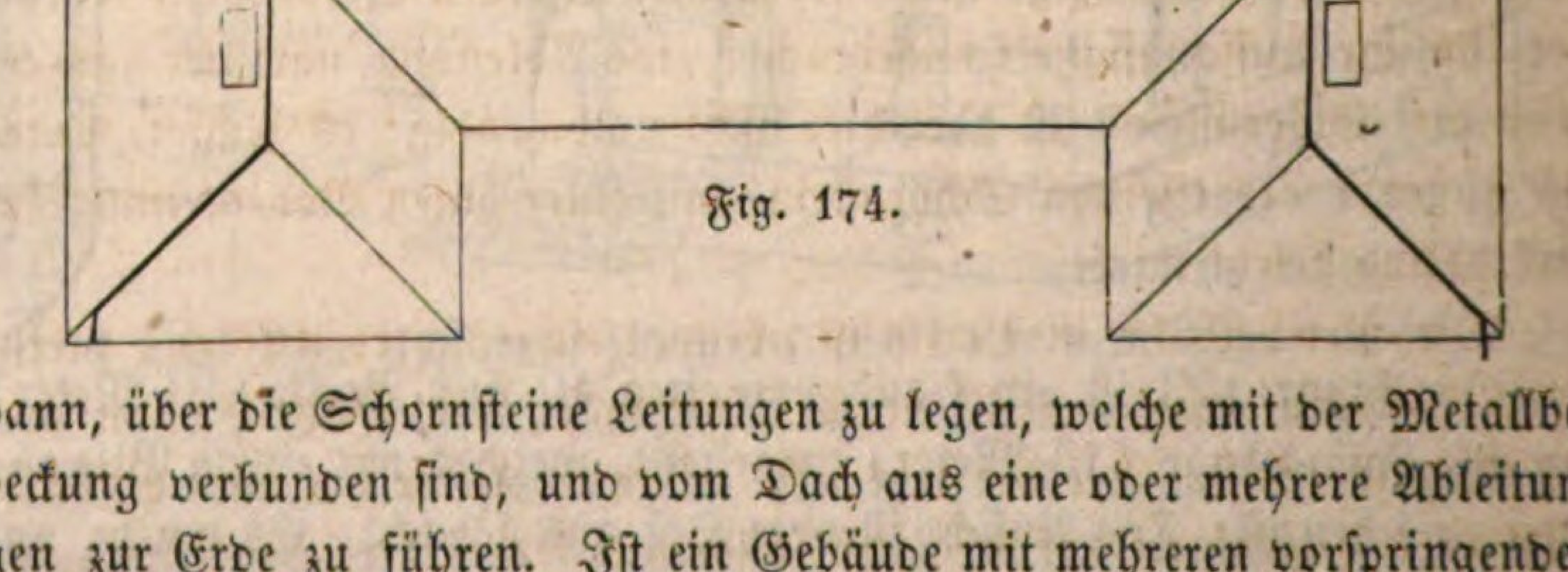


Fig. 174.

dann, über die Schornsteine Leitungen zu legen, welche mit der Metallbedeckung verbunden sind, und vom Dach aus eine oder mehrere Ableitungen zur Erde zu führen. Ist ein Gebäude mit mehreren vorspringenden Giebeln versehen, so bringt man auf denselben überall, wenn auch nur kurze Auffangstangen an und verbindet dieselben mit einander durch Zuleitungen, welche dann durch die Ableitung zur Erde niedergeführt werden. Die Fig. 174 und 175 zeigen Beispiele der Art im Grund und Aufriß.

Kirchthürme und hohe Fabrikschornsteine bilden schon durch ihre Höhe natürliche Auffangstangen für Blitze; sie sind daher vorzugsweise mit Blitzableitern zu versehen. Da auf den Thürmen gewöhnlich Windfahnen oder Kreuzen angebracht werden, so können dieselben die Stelle der Auffangstangen vertreten; sie müssen dann nur durch Ableitungen mit dem feuchten Erdboden verbunden werden.

In Fig. 176 ist die Anordnung eines Blitzableiters für einen gemauerten Schornstein dargestellt. Der Schornstein a ist oben mit einer gußeisernen Platte b gedeckt auf welcher die Träger c, welche die Auffangstange tragen, angeschraubt sind. An dem Träger d, welcher gleichfalls auf die Gußplatte geschraubt ist und der die Fortsetzung des einen Bügels c bildet, wird das Kupferdrahtseil, oder die die sonstige Leitung

Fig. 177.

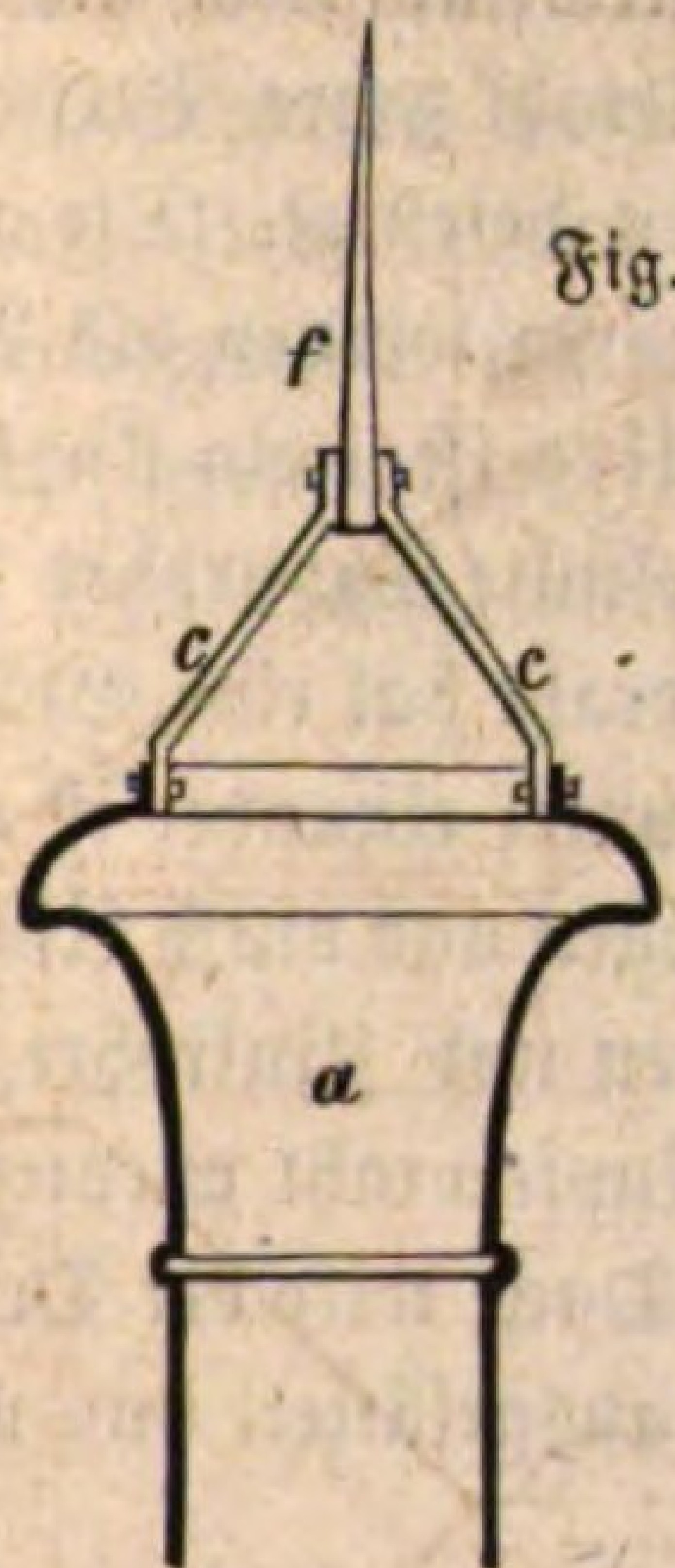
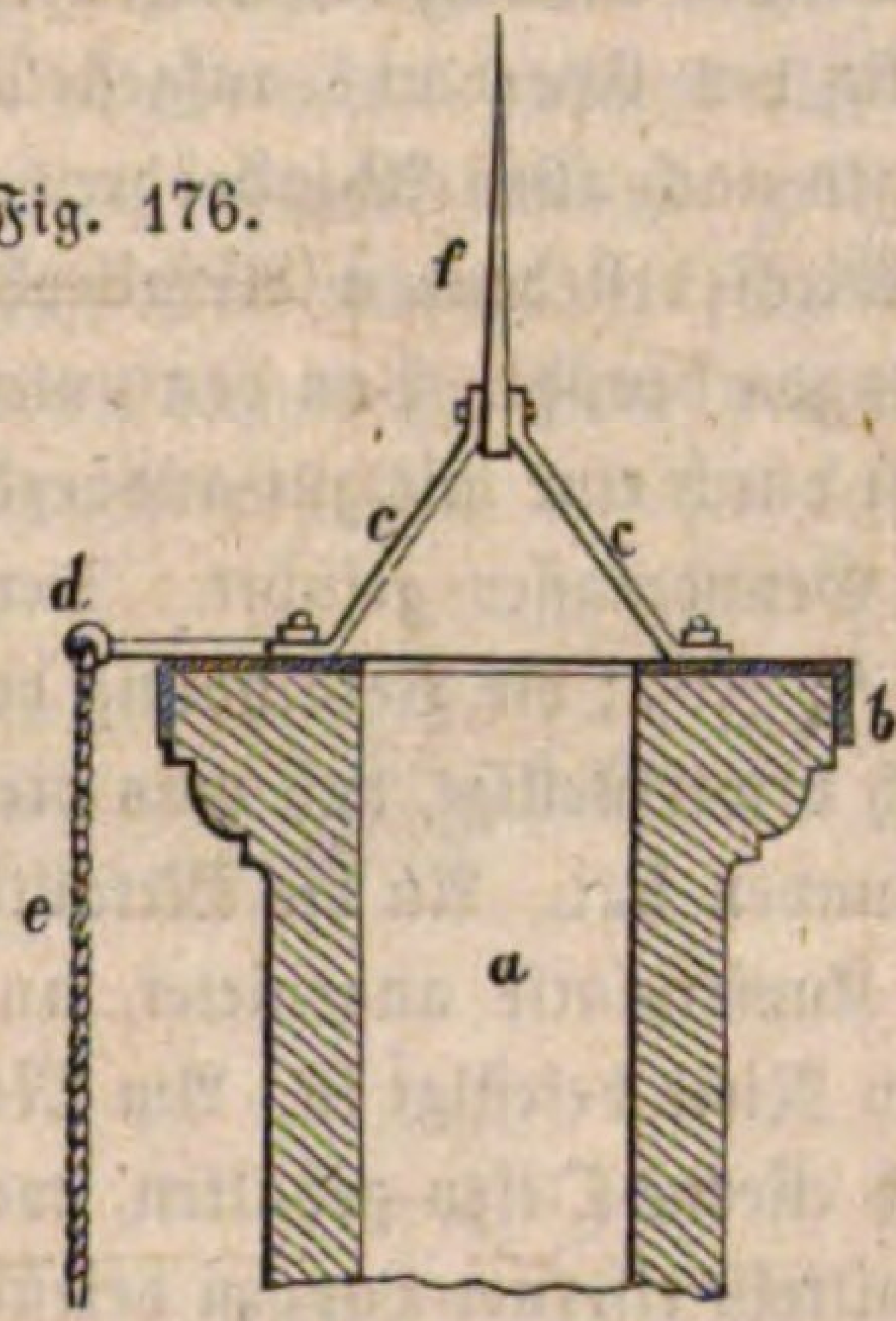


Fig. 176.



befestigt. Bei dem in Fig. 177 dargestellten eisernen Schornstein wurde eine ähnliche Auffangspitze f angebracht; eine Ableitung nach der ganzen Höhe des Schornsteins ist aber hier nicht nothwendig; es genügt, wenn das Fußende des eisernen Schornsteins mit einer guten Bodenleitung in Verbindung gesetzt wird.

Die Petri-Kirche in Berlin ist zweimal eingeäschert worden; zuerst am 2. Pfingstfeiertage 1730 durch Einschlagen des Blitzes, dann am 20. August 1809. Bei der jetzt neu erbauten Kirche hat man deßhalb besonderes Augenmerk auf möglichst solide und feuersichere Herstellung genommen, und war bestrebt, durch die Anlage eines gut construirten Blitzableiters die Kirche gegen Beschädigungen durch atmosphärische Elektricität zu sichern. Eine besondere Commission von Sachverständigen stellte unter

Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete einen Entwurf auf, der vollständig zur Ausführung gekommen und in „Romberg's Zeitschrift für praktische Baukunst von 1859 S. 302" mitgetheilt ist. Es wurden die äußeren, aus Metall verfertigten Bautheile als Leiter für die Elektricität benutzt. Die ganze Thurmspitze ist aus Eisen construirt und mit Zink bekleidet. Man hat es nicht für nöthig erachtet, die Spitze mit einem besonderen Blitzableiter zu versehen, sondern es ist an den Enden der eisernen Sparren im Innern und an den unteren Theilen der Zinkbekleidung im Aeußeren Kupferdraht angelegt, so daß von hier aus die gesammte einströmende Elektricität an Drähten hinuntergeleitet wird. Der innere Draht vereinigt sich in einer Strecke unter dem Anfang der Thurmspitze mit dem äußeren Draht, geht dann hinunter und auf der First des Daches entlang bis nach der eisernen Stange, welche auf dem Anfallpunkte des Chordachs aufgestellt ist. Von diesem Draht gehen Verzweigungen nach allen Abfallröhren und sind an dieselben befestigt. Die aus Zinkblech bestehenden Abfallrohre für das Regenwasser werden als Ableitungen benützt. Von den unteren Ausgüssen derselben ist je ein Kupferdraht durch eine mit gut ausgeglühten Holzkohlen gefüllte Thonröhre bis zum Grundwasser geführt. Der verwandte Kupferdraht hat eine Stärke von ¼ Zoll; die Verbindung der einzelnen Stücke unter einander ist dadurch bewerkstelligt, daß man die Enden flach geschlagen und durch Nieten verbunden hat. An die Metalltheile, eiserne Sparren und Zinkrohre, ist eine Kupferplatte angenietet, an welche dann der Kupferdraht wiederum durch Niete befestigt ist. Am Mauerwerk, sowie am Dach, wird der Draht durch eiserne Oesen gehalten, welche mit Porzellan ausgefüttert sind und vermittelst eiserner Lappen befestigt werden.

Eisen wird jetzt zu Bautheilen in größeren Massen verwendet, wie zu Dachconstructionen, Treppen, Zwischendecken u. s. w. Es gilt als Regel, daß diese Eisentheile unter sich und mit der Ableitung des Blitzableiters in Verbindung gesetzt werden. Am einfachsten wird dies durch Kupfer- oder verzinkte Eisendrähte bewerkstelligt. Da z. B. bei einem eisernen Dachwerk alle Theile unter einander, oder mit einzelnen Theilen, z. B. den Pfetten, in Verbindung stehen, so genügt es, eine Drahtverbindung dieses Theils mit der Ableitung des Blitzableiters herzustellen.

Gebäude welche leicht entzündliche Stoffe enthalten, wie Pulvermagazine ꝛc., sichert man oft durch abgesonderte Blitzableiter. Es werden dieselben dann auf hohen Stangen in Abständen von 8 — 15 Fuß von den Gebäuden angebracht; sie müssen das Gebäude stets um 15—20 Fuß

überragen. Das Gebäude selbst erhält keine Auffangstangen, aber von allen vorspringenden Ecken werden Ableitungen zur Erde geführt.

Von anderer Seite wird diese Anordnung nicht für zweckmäßig erachtet, sondern empfohlen, die Blitzableiter auf dem Gebäude selbst anzubringen, aber mehr und sorgfältig angelegte Versenkungen anzubringen, als sonst geschehen würde. Es läßt sich schwer entscheiden, welche Methode die bessere ist. Ueberhaupt sieht man hieraus, namentlich auch aus der mitgetheilten Beschreibung der Anordnung des Blitzableiters auf der Petri-Kirche in Berlin, daß die Ansichten über die zweckmäßigste Construction der Blitzableiter noch sehr verschieden sind. Wir rathen, lieber eine Auffstange mehr als eine zu wenig anzuordnen, die Abfallröhren des Regenwassers nicht zur Ableitung des Blitzes zu benützen, es sei denn, daß dieselben von dem stärksten Zinkblech verfertigt und stets mit Sorgfalt unterhalten werden. Wir rathen, die besonderen Leitungen nicht zu schwach, lieber etwas stärker im Material zu nehmen; mit der größten Aufmerksamkeit auf die wirkliche metallische Verbindung der einzelnen Theile, weniger auf deren Isolirung in den Trägern zu sehen, und eine gute Versenkung, wie oben angegeben wurde, herzustellen.

Sechster Abschnitt.

Gewächshäuser, Gartenhäuser, Garten- und andere Moebel.

Gewächshäuser.

Gewächs- und Treibhäuser dienen bekanntlich sowohl zur Anzucht als wie zur Ueberwinterung von Pflanzen. Je nach dem einen oder anderen Zweck muß auch die Einrichtung entsprechend getroffen werden; stets aber ist zu berücksichtigen, daß die Pflanzen zu ihrer Vegetation Luft, Licht und feuchter Wärme bedürfen. Für Zuführung von Luft muß durch eine wirksame Ventilation gesorgt sein, so daß man ganz nach Erforderniß frische Luft von Außen einführen und die innere Luft ableiten kann. Zu dem Zweck werden unten in den Umfangswänden der Gewächshäuser und oben in den Dachflächen, oder, bei einseitigen Häusern, in der Rückwand, Zuglöcher angebracht, welche nach Bedürfniß geöffnet und geschlossen werden können. Licht empfangen die Pflanzen durch Glasdächer und Glaswände. Das Rahmwerk solcher Glasdächer und Wände wurde früher von Holz hergestellt, jetzt fertigt man es gewöhnlich aus Eisen. Wir haben uns hier vorzugsweise mit dieser Schlosserarbeit zu befassen. Hölzerne Rahmen für Gewächshäuser sind nicht von langer Dauer, weil hier alle Bedingungen zusammentreffen um das Holz recht rasch zu zerstören; überdies versperren die hölzernen Sparren und Fensterrahmen viel Durchgangsfläche für das Licht und beschatten die dahinter befindlichen Pflanzen. Die Eisenconstruction leidet an diesen Nachtheilen nicht, sie ist dauerhaft und benimmt den Pflanzen wenig Licht; dagegen macht man ihr zum Vorwurf, daß sie — weil das Eisen ein viel besserer Wärmeleiter ist als Holz — die Häuser kälter macht als wenn Holz angewendet wird. Wärme wird den in einem Gewächshaus befindlichen Pflanzen durch den Erdboden (Erdwärme) durch die Sonne und durch Heizungen zugeführt. Der erforderliche Wärmegrad richtet sich nach der Natur der Pflanzen und dem Zweck des

Hauses. In den sogenannten Kalthäusern, in welchen Pflanzen überwintert werden die gegen Kälte nicht sehr empfindlich sind, braucht nur bei sehr kalten Wintertagen und Nächten gefeuert zu werden. In den sogenannten Warmhäusern, wo Pflanzen aus heißeren Gegenden aufbewahrt werden, muß stets eine Temperatur von 8—15° erhalten werden.

Die Erdwärme wird dadurch benutzt, daß man das Gewächshaus möglichst tief in die Erde setzt. Gewöhnlich zwingen indeß andere Anforderungen dazu, das Haus nicht über 30—40 Zoll tief einzugraben. Bei Tiefhäusern beträgt aber die Ausgrabung oft 80—100 Zoll. Solche Häuser brauchen selten und nur bei sehr kalten Wintertagen und Nächten besonders geheizt zu werden. In neuerer Zeit hat man auch mit Erfolg die Drainage angewendet, um Gewächshäusern und Mistbeetkästen Erdwärme aus dem Untergrund zuzuführen. — Orangerien, Palmenhäuser &c. werden gewöhnlich ganz über dem Erdboden angelegt, und die Erdwärme wird hier nicht benutzt.

Auf die Erwärmung durch die Sonne und die günstigste Beleuchtung ist die Form und Lage des Glashauses von großem Einfluß. Die Frage, welche Form ein Glas- oder Treibhaus haben müsse, um zu jeder Jahreszeit, wie zu jeder Tagesstunde die größte Menge von Lichtstrahlen zu erhalten, ist schon vielfach erörtert worden. Gewöhnlich stehen die Fenster in einem Treibhause in einem mehr oder minder rechten Winkel gegen den Meridian und sind mehr oder minder gegen den Horizont geneigt. Es ist daher einleuchtend, daß die Sonnenstrahlen, wenn die Stellung der Fenster nicht für die beiden Sonnenwenden berechnet ist, nur an zwei Tagen des Jahres, und dann auch nur während einer sehr kurzen Zeit an diesen beiden Tagen, senkrecht auf die schiefe Fläche der Fenster fallen. Zu jeder anderen Stunde des Jahrs fallen die Strahlen schief auf. Man hat deßhalb für die Form der Fenster die Kugelform vorgeschlagen, damit die Lichtstrahlen täglich wenigstens auf einen Theil der Fenster senkrecht fallen müssen. Die Grundfläche des Hauses müßte ferner einen Kreisausschnitt bilden, welcher mit dem scheinbaren Kreis den die Sonne beschreibt correspondirt, wenn man die Sonnenstrahlen während des Sommers zu jeder Zeit auffangen wollte. Es ist auch vorgeschlagen worden die Glaskuppel über dem runden Gewächshaus drehbar zu machen, so daß sie je nach dem Stand der Sonne gestellt werden kann. Solche Anordnungen machen die Anlagen jedoch zu complicirt und zu theuer. Die Kugelform für das Glasdach als die zweckmäßigste Form anerkannt, werden diejenigen Formen, welche hiervon am meisten ab-

weichen, als die schlechtesten erscheinen. Hierher gehören denn besonders die vertikal gestellten Fenster. Für alle Häuser, welche für die Anzucht von Pflanzen und die Aufbewahrung kleinerer Gewächse bestimmt sind, haben die gegen den Horizont geneigt gestellten Glasdächer unbedingt den Vorzug vor den Häusern mit vertikalen Fenstern. Häuser, in welchen sehr hochgewachsene Pflanzen cultivirt werden, müssen dagegen vertikal oder nur wenig geneigt gestellte Fenster erhalten, weil die räumliche Benützung dies gebietet. Häuser welche nur an einer Seite mit einseitigem Glasdach, oder mit Fenstern versehen sind, werden so gestellt, daß sie ihre Langseite nach Süden kehren. Dagegen werden Häuser mit zweiseitigen Glasdächern in die Richtung des Meridians gestellt. — Den runden Glasdächern macht man den Vorwurf, daß sie sich nicht so leicht zudecken lassen als die geraden Dächer. Es müssen nämlich im Sommer die Pflanzen gegen die zu grelle Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt werden, und im Winter ist die Abkühlung der Glasdächer durch Zudecken zu mildern. Als Deckmaterial für den einen und anderen Zweck verwendet man Bretterläden, Segeltuch, Strohmatten oder dergleichen, womit im Sommer die Glashäuser stellenweise zugedeckt und im Winter, nach Sonnenuntergang, ganz überdeckt werden. — Durch doppelte Verglasungen, bei welchen die beiden Glasdecken 3—5 Zoll von einander abstehen, können solche Ueberdeckungen umgangen werden.

Die Erwärmung der Gewächshäuser durch besondere Feuerungen kann in verschiedener Weise geschehen. Man wendet Ofenfeuerungen, Kanal-, Warmwasser- und Dampfheizungen an. Wir können hier diese Heizungsmethoden nicht ausführlich besprechen, sondern müssen uns darauf beschränken, ihre Einrichtungen nur anzudeuten. Bei ganz kleinen Gewächshäusern, die tief in der Erde stecken und nur an sehr kalten Tagen geheizt werden müssen, bedient man sich hierzu gewöhnlicher Zimmeröfen (am besten der Porzellan- oder gemauerten Backsteinöfen). Je nach der Größe des zu heizenden Raums wendet man einen oder zwei solcher Oefen an. Diese Einrichtung hat indeß den Nachtheil, daß die Wärme nicht überall ganz gleichförmig vertheilt, oder auch dahin geleitet wird, wo man sie vorzugsweise braucht; sie ist deshalb nur für kleinere Häuser mit Topfpflanzen anwendbar.

Eine andere Heizeinrichtung besteht darin, daß von einem außerhalb des Gewächshauses angebrachten, gemauerten Ofen, ein gemauerter Heizkanal durch das Haus geführt und angewärmt wird. Bei den in Fig. 178—180 dargestellten Gewächshäusern ist diese Heizmethode angewendet. Die

Führung des Heizkanals hängt von der Einrichtung des Gewächshauses ab. Sind die Pflanzen in Beete gesetzt, so wird der Heizkanal unter den Beeten hergeleitet und ist dann ganz mit Erde umgeben. Wenn Topfpflanzen auf Tische und Stellagen gestellt sind, wird der Heizkanal unter diesen Stellagen hergeführt und zwar so, daß er von allen Seiten frei bleibt und unten auf Unterstützungen von Steinen ruht. Bei langem, schmalem Haus führt man die Kanäle längs durch das Haus; es steht dann am einen Ende der Ofen und am anderen Ende der Schornstein. Bei kurzem breitem Haus führt man den Kanal rings um die Wände herum und bringt den Schornstein an der Seite der Feuerung an. Ein frei gestellter Kanal wird an der Stelle wo er vom Ofen in das Haus tritt ganz nahe an den Fußboden gelegt, weil er hier am heißesten ist und den darüber auf die Stellagen gestellten Topfpflanzen nicht zu nahe sein darf. Von dieser Stelle an läßt man den Kanal allmählig ansteigen, so daß er an seinem Austritt nach dem Schornstein, wo er nicht mehr so heiß ist, nahe an die Unterflächen der Stellagen herantritt. Man kann auch den Kanal ganz horizontal legen, breiter machen und seiner ganzen Länge nach durch eine Scheidewand von einem gestellten Backstein in zwei Hälften theilen. Der Zug wird dann in der einen Seite hin und in der anderen zurückgeführt. Die Kanäle werden von Backsteinen und Ziegeln gemauert; die untere horizontale Wand wird von einer doppelten Backsteinlage, deren Fugen sich überdecken, gebildet; die Seitenwände werden mit gestellten Steinen gemacht und die horizontale Decke kann mittelst einer doppelten Lage von Backsteinen oder Ziegeln hergestellt werden. Wir haben solche Kanäle anfertigen lassen, welche im Lichten 9 Zoll breit und 10 Zoll hoch waren, also 90 Quadratzoll Querschnitt enthielten und bei einer horizontalen Länge von 60—75 Fuß (15—18¾ Meter) und 12—15 Fuß hohem Schornstein recht gut zogen und heizten. Geht man über diese Länge hinaus, so erfährt der Rauch eine zu große Abkühlung auf seinem Weg und das Feuer brennt schlecht oder gar nicht; bei einem 92 Fuß (23 Meter) langem Zug wurde diese Erfahrung gemacht. Die Oefen können von feuerfesten Backsteinen aufgemauert und in das Gewächshaus gerückt werden; die Feuerung erfolgt von außen.

Eine andere Heizeinrichtung mit Kanälen ist folgende. Der Zug, welcher den Rauch von dem Ofen abführt, besteht in einem eisernen Rohr, welches das Gewächshaus durchzieht und in den Schornstein mündet. Diese eiserne Röhre wird von einem aus Ziegelsteinen zusammengesetzten Kanal umgeben. Nahe an der Stelle der Feuerung ist eine Oeffnung an

diesem Kanalgehäuse angebracht, durch welche kalte Luft in den Kanal einstreichen und sich an der erhitzten eisernen Röhre erwärmen kann. Diese Oeffnung kann durch einen Schieber beliebig regulirt werden. In Abständen von 10—12 Fuß von einander sind in der Decke des Kanals Oeffnungen angebracht, welche man nach Belieben schließen und öffnen kann, um an diesen Stellen erwärmte Luft ausstreichen zu lassen. Man kann auch über diese Oeffnungen Wassergefäße setzen und hierdurch in dem Haus Wasserdämpfe bilden.

Die Warmwasserheizung wird jetzt überall angewendet wo man die Kosten der ersten Anlage nicht scheut. In einem Dampfkessel, welcher außerhalb des Hauses angelegt ist, wird das Wasser erhitzt und durch eiserne oder kupferne Röhren (von 4—6 Zoll Durchmesser) in dem Haus herumgeleitet. Das abgekühlte Wasser fließet wieder in den Kessel zurück, um hier von Neuem erhitzt zu werden und denselben Kreislauf wieder zu beginnen. Die Röhren laufen entweder rings an den Wänden des Hauses hin; oder sie werden in gerader Richtung vorwärts und rückwärts geführt. In letzterem Fall sind sie an ihren Enden durch ein kurzes vertikales Stück mit einander verbunden. Um den Unfällen vorzubeugen, welche durch die Ausdehnung des Wassers entstehen könnten, ist ein vertikales Gefäß angebracht, oder ein Steigrohr, in welches das Wasser eintreten und in dem es aufsteigen kann, so daß alle Gefahr beseitigt ist.

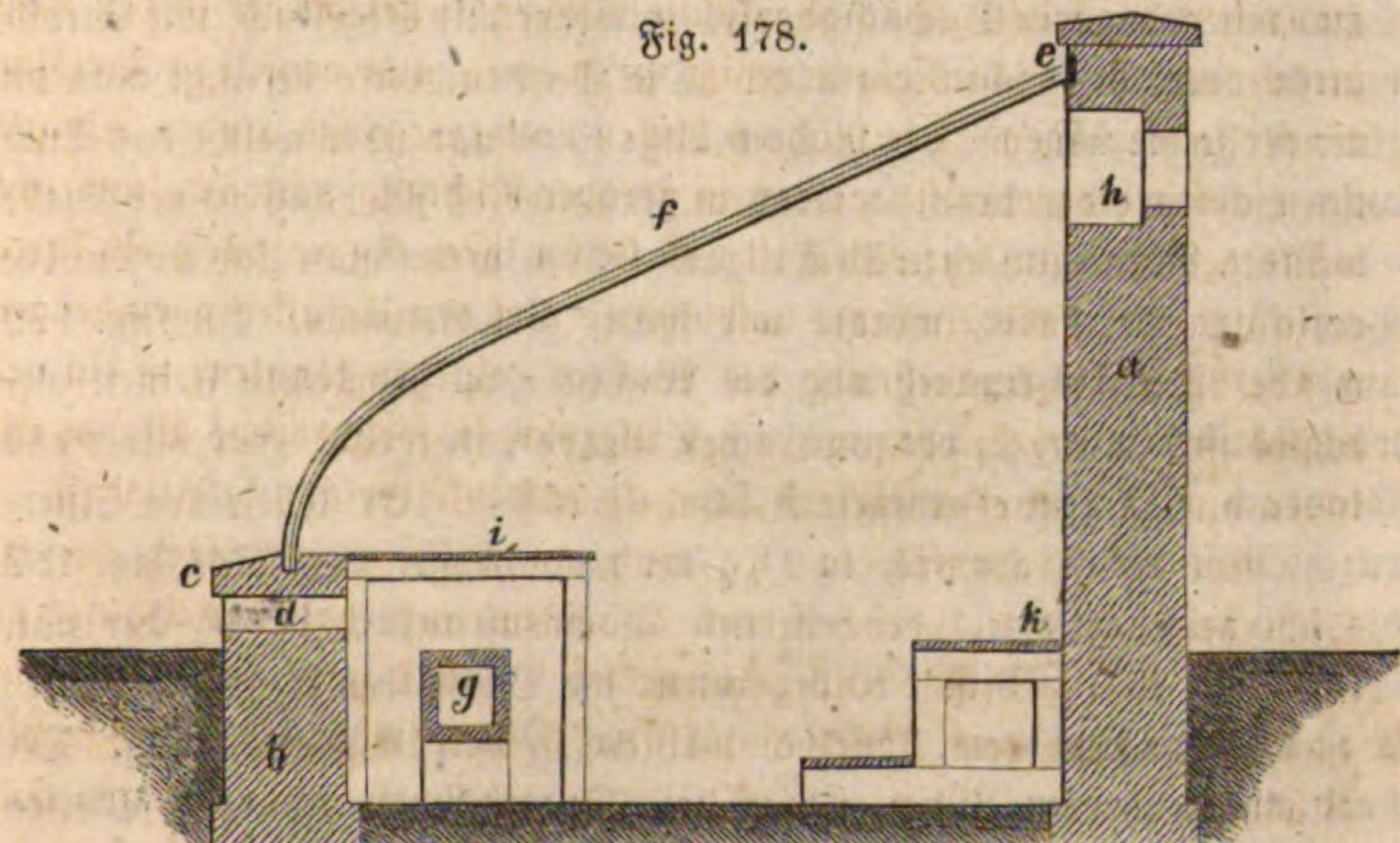
Bei der Dampfheizung wird ein Kessel angewendet, der mit Sicherheitsventil &c. versehen und an einem außerhalb des Hauses gelegenen Ort angebracht und geheizt wird. Der Dampf steigt durch eine Hauptröhre aus dem Kessel in mehrere kleinere Röhren, welche in dem Glashaus herumgeführt und mittelst Sperrhähnen in bestimmten Entfernungen abgeschlossen werden können. Die Dampfröhren erhalten eine solche Neigung, daß das in denselben condensirte Wasser wieder in den Kessel zurückfließen kann. Man hat auch die Wasser- und Dampfheizung der Art mit einander verbunden, daß man die Dampfleitungsröhren mit Wasserröhren umgab, um eine gleichmäßigere Temperatur zu erzielen. In diesem Fall wurden die Dampfröhren von Schmiedeisen oder Kupfer, und die Wasserröhren von Gußeisen gemacht. Sowohl bei der Wasser- wie bei der Dampfheizung kann man die von dem Kessel abziehende Hitze in einen Kanal leiten und diesen, wie bei der gewöhnlichen Kanalheizung, mit zur Erwärmung des Glashauses benützen.

Construction von Glasdächern mit eisernem Sparrenwerk. In Nachstehendem geben wir zunächst die Beschreibung von kleineren Gewächshäusern, wie

solche gewöhnlich zur Anzucht von Pflanzen verwendet werden und deren wir mehrere in hiesiger Knaben-Arbeitsanstalt ausgeführt haben. Wir detailiren dabei besonders die Construction der angewandten Glasdächer. Für größere Glashäuser, welche mit vertikalen verglasten Umfangswänden versehen und theils zur Aufbewahrung und Zucht größerer Pflanzen, theils als Wintergärten benutzt werden, können ähnliche Dachconstructionen angewendet werden, wie solche im folgenden Abschnitt beschrieben sind. Die Sparren haben dann aus Sprosseneisen zu bestehen, zwischen welche die Glastafeln verkittet werden.

In Fig. 178 ist der Querdurchschnitt eines Treibhauses, in $^1/_{50}$ der natürlichen Größe, dargestellt. a ist die Hinter- und b die Vordermauer, welche mit Sandsteinplatten c gedeckt ist. d sind Zuglöcher welche

Fig. 178.



in der Vordermauer unmittelbar unter dem Blumentisch i angebracht sind. Am einfachsten läßt man Schwarzblechröhren von 5—6 Zoll Durchmesser, in Abständen von 80—100 Zoll auf die ganze Länge des Hauses einmauern und verschließt oder öffnet dieselben mit eisernen Kapseln, welche dicht in diese Röhren geschoben werden können. An der Rückwand a sind einige Löcher oder Fenster angebracht, welche von Außen durch Läden, oder von Innen mit Schiebern verschlossen werden können. Wenn das Haus, wie in vorliegendem Fall, circa 24 Zoll eingegraben ist, so kann man von Außen leicht mit der Hand an die Läden der Ventilationslöcher h reichen nnd sie öffnen oder schließen. g ist der Heizkanal. i und k sind Stellagen zum Stellen der Topfpflanzen. Der Tisch i darf nur 30—35 Zoll hoch und 25—30 Zoll breit sein, sonst kann man die darauf gestellten

Topfpflanzen nicht bequem begießen, pflegen und sehen. Für den Gang zwischen den beiden Stellagen i und k müssen 25—30 Zoll gerechnet werden. Die Stellage k kann 40—50 Zoll breit angelegt werden, so daß dann für die ganze Breite eines solchen Hauses 90″—100″ = 9—10 heff. Fuß ($2^1/_4$—$2^1/_2$ Meter) zu rechnen sind. — Die Bedachung wird durch die Sprosseneisen f gebildet, welche nach der Länge des Dachs 10 Zoll von einander gesteckt und verglast werden. Diese Eisen sind, wie die späteren Abbildungen zeigen, so ausgewalzt, daß sie beiderseits Kittfalze enthalten; sie werden an den unteren Enden gleichmäßig abgebogen und unmittelbar in die Decksteine c der Vordermauer eingelassen und verkittet; oben gibt man ihnen Zapfen und vernietet sie in eine Flachschiene e, welche an der Hintermauer mit Mauerkloben, oder Schließen, befestigt wird. Ein solches Haus mit gebogener Dachfläche wird entweder mit Segeltuch, mit Strohmatten oder dergleichen zugedeckt. Die Segeltuchdecke befestigt man an einer Rolle die über die ganze Dachlänge läuft und über welche das Tuch aufgewickelt werden kann, in welchem Zustande es sich dann an der Stelle e befindet. Man kann diese Decken ganz sparen wenn man eine doppelte Verglasung anwendet, worauf wir später zurückkommen. In Fig. 179 und 180 ist der Grundriß und die Ansicht eines ähnlichen kleinen Gewächshauses in $^1/_{100}$ der natürlichen Größe dargestellt. Hier bildet das Glasdach eine ebene geneigte Fläche. Die Fig. 181 stellt einen Querdurchschnitt dieses Hauses, in $^1/_{50}$ der nat. Größe, dar. Die Fig. 182 bis 185 zeigen Details der eisernen Dachconstruction in $^1/_5$ der nat. Größe. In Fig. 179 u. 180 bezeichnen die Buchstaben folgende Theile: A ist das Gewächshaus, dasselbe ist 40 heff. Fuß (10 Meter) lang. Die stark eingezeichneten Linien stellen die Bünder, die horizontalen Pfetten und die Deckladenschienen dar. Die schmalen Linien bezeichnen die eisernen Fenstersprossen, welche 10 Zoll von Mittel zu Mittel von einander liegen. B ist ein Vorhaus oder Vorraum, welcher die Eingangsthüre und die Feuerung enthält; der Boden dieses Raums liegt höher als derjenige des Gewächshauses, weßhalb einige Treppenstufen in den Pflanzenraum hinabführen. Bei C ist die Feuerung für den Heizkanal, welcher das Haus seiner ganzen Länge nach durchzieht und in den Schornstein D mündet. q q sind Oeffnungen in der Vorderwand des Glashauses, welche durch Blechkapseln verschlossen werden können. r u. r sind Luftöffnungen in der hinteren Mauer, welche durch Läden verschlossen werden. Der Querdurchschnitt Fig. 181 zeigt die Luftöffnung q u. r im Durchschnitt, desgleichen den Heizkanal p. Die Stellagen worauf die Topfpflanzen

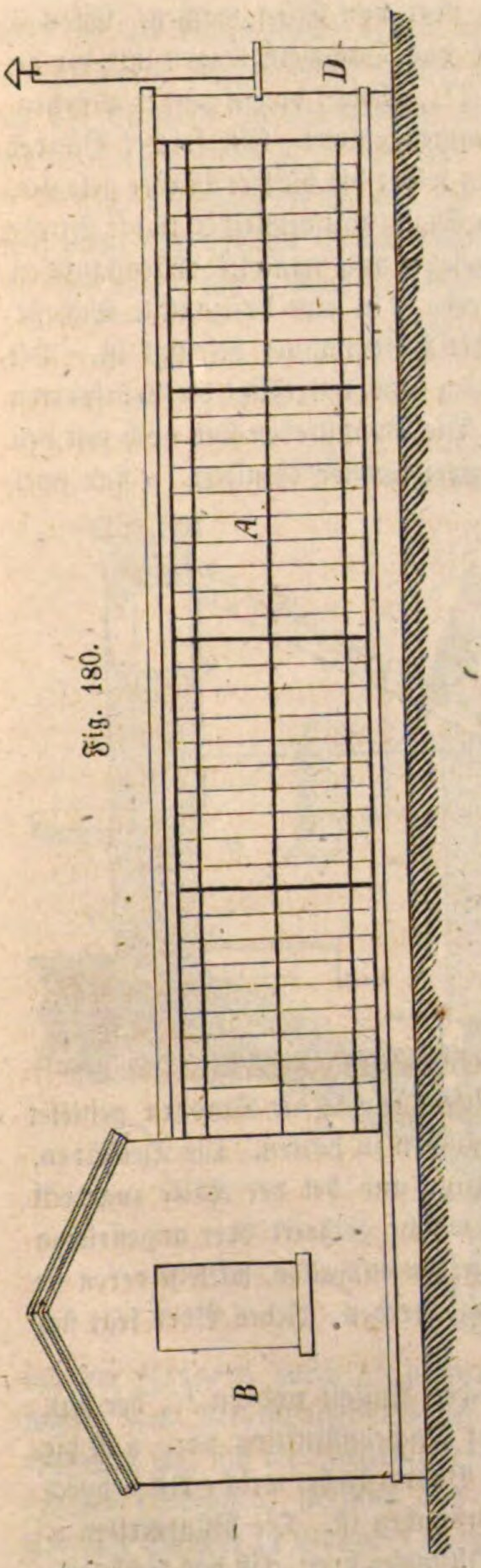


Fig. 180.

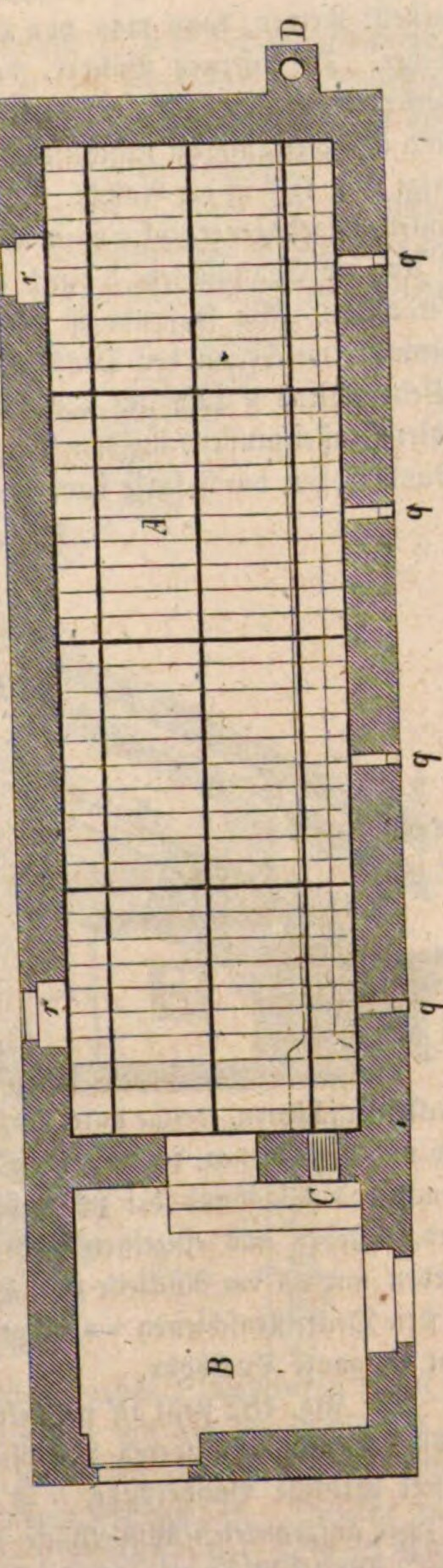
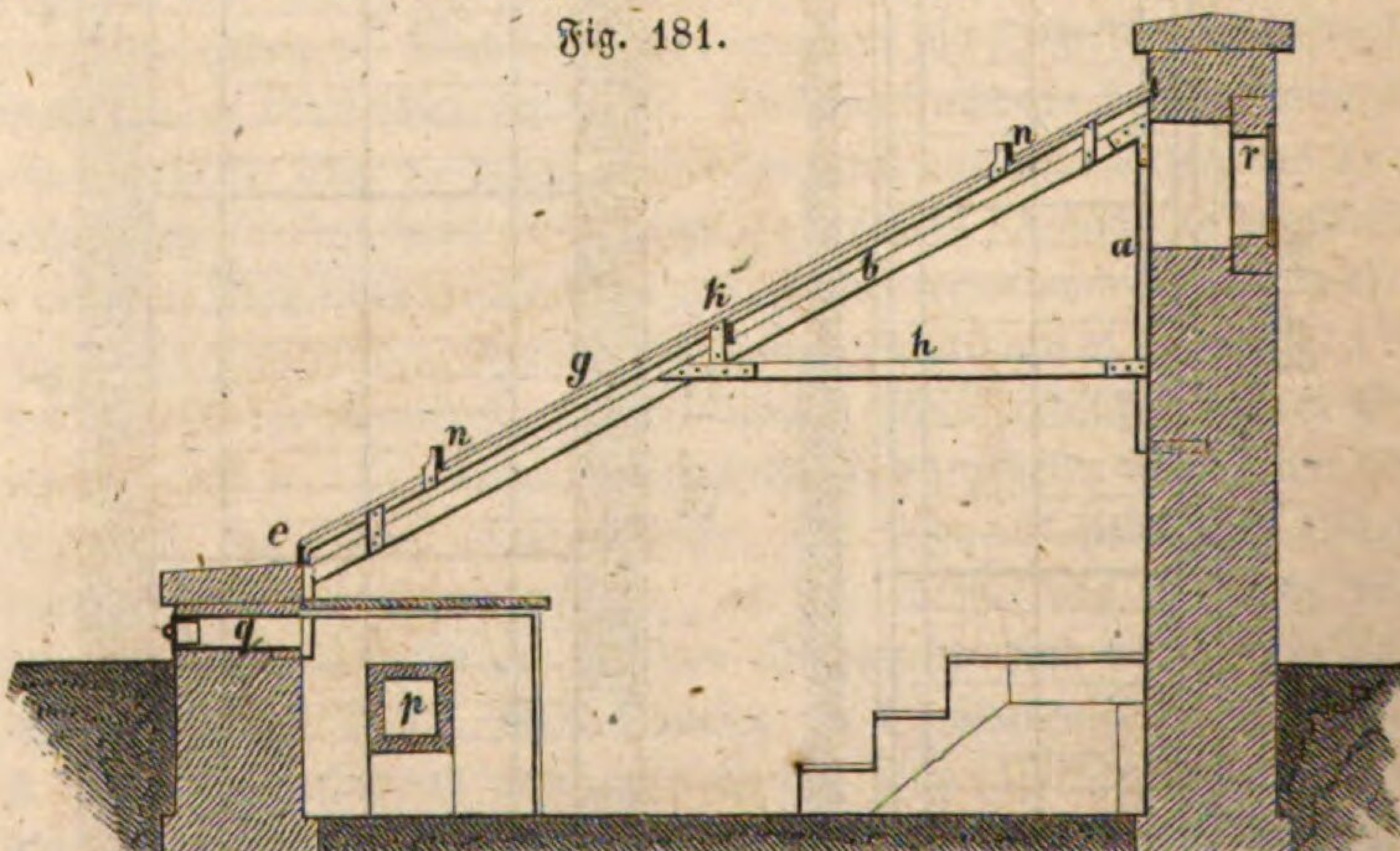


Fig. 179.

gestellt werden, kann man von Holz oder von Eisen machen. Eisen ist besser. Die eisernen Bünder, welche das Dachwerk tragen und die bei unserem Gewächshaus 10 hess. Fuß ($2^1/_2$ Meter) von einander abstehen, sind aus vierkantigem Flacheisen zusammengenietet. Ein solcher Bünder zeigt Fig. 181 in der Ansicht. a ist ein wider die hintere Mauer gelegter, unten umgebogener und eingemauerter Stab; mit demselben ist die Strebe b und die Spannschiene h durch aufgesetzte und vernietete Eisenflanschen verbunden. Am Fußende ist die Strebe b in eine horizontale Schiene genietet, welche an den Decksteinen der Vordermauer befestigt ist. Die Pfettenschiene k ruht auf den Bündern und unterstützt die Lehrsparren (hier Fenstersprossen) in ihrer Mitte. Die Bundstreben sind noch mit den Bundsprossen durch kurze Lappen an zwei Stellen vernietet. n sind zwei

Fig. 181.



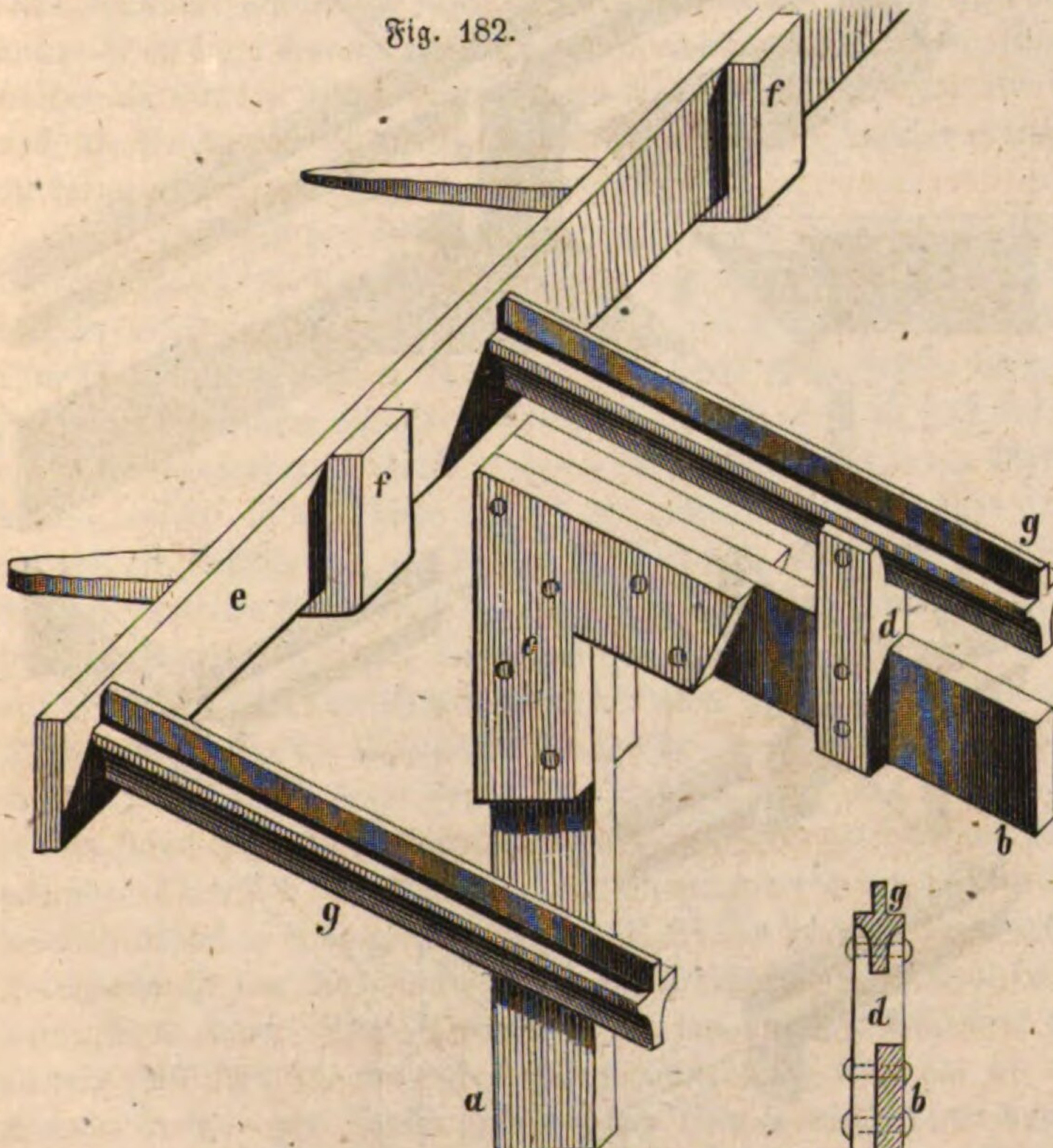
Deckleistenschienen, welche durch kurze Eisenstücke an die Sprossen genietet sind und dazu dienen, die hölzernen Deckläden zu halten. Die Deckläden, womit das Glashaus bei zu großer Hitze und bei der Kälte zugedeckt wird, bestehen aus einzelnen Brettern welche getheert oder angestrichen werden und an der Rückseite zwei Holzleisten enthalten, mittelst deren sie an den Deckleistenschienen nn eingehängt werden. Jedes Bord legt sich über die ganze Dachhöhe.

Die Fig. 182 stellt in perspektivischer Ansicht und in $^1/_5$ der nat. Größe, Details der oberen Parthie der Dachconstruction dar. a ist die hintere vertikale Bünderstütze, b ist die Bünderstrebe, welche mit a durch die zwei aufgenieteten Winkelstücke c verbunden ist. Die Bündereisen a, b und c sind 10 Millimeter dick und 45 Millimeter breit. d ist das Verband-

stück für die Bünderstrebe b mit der Sprosse g. e ist die Mauerschiene, welche durch Mauerkloben f, oder auch mittelst durchgehender Schließen an der hinteren Mauer befestigt wird. An diese Mauerschiene legen sich die Sparrensprossen g. . . . an und sind mit Zapfen eingesetzt.

Fig. 183 zeigt die mittlere Verbindung des Bünders und der Pfettenschiene für dasselbe Gewächshaus, in perspektivischer Ansicht und in $^1/_5$ der nat. Größe. Auch hier bezeichnet wieder b die Bundstrebe, welche

Fig. 182.



mit der Zange h durch die aufgenieteten Lappen i i verbunden ist. d ist wieder das Verbindungsstück der Strebe b mit der Sparrensprosse g. Gegen d legt sich die Pfettenschiene k, welche zur Unterstützung der Lehrsparren (Sprossen) zwischen den Bündern bestimmt ist. Dieselbe trägt sich von Bünder zu Bünder (10 Fuß $= 2^1/_2$ Meter) frei; sie ist 10 Millimeter dick und 42 Millimeter hoch.

In Fig. 184 ist endlich der untere Theil der Verbindungen an dem Gewächshaus dargestellt. S bezeichnet die Sandsteindecke über der Vor-

Fig. 183.

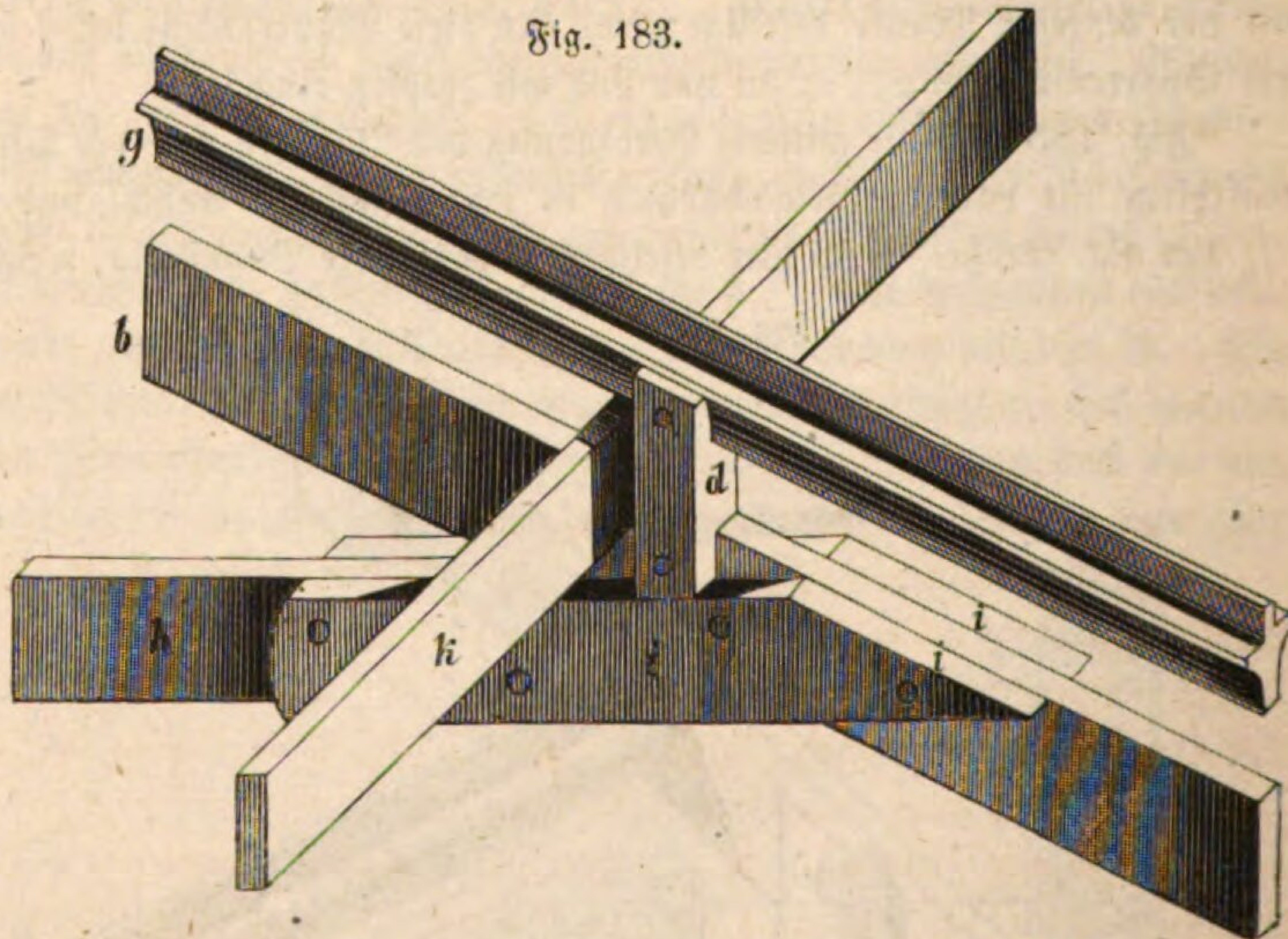


Fig. 185.

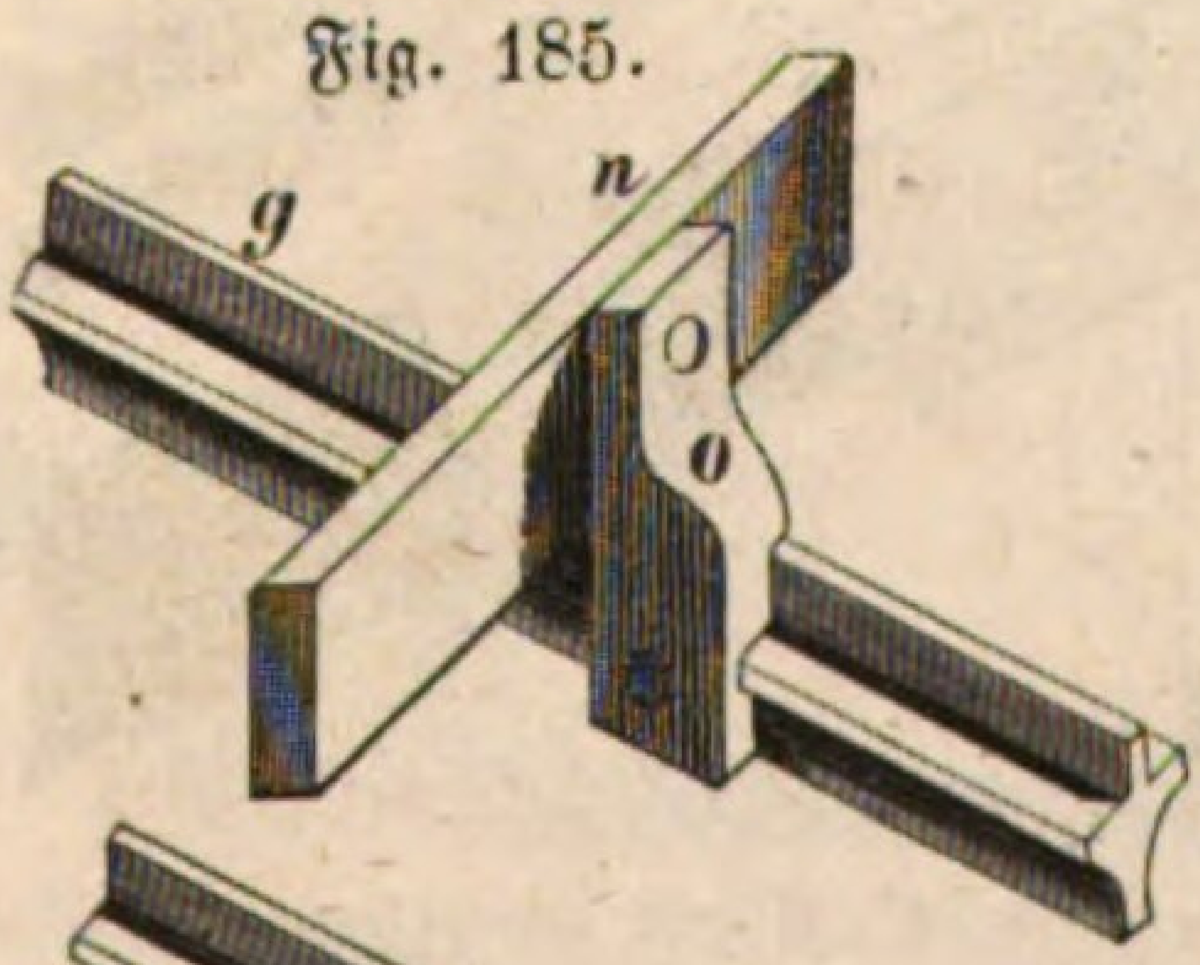
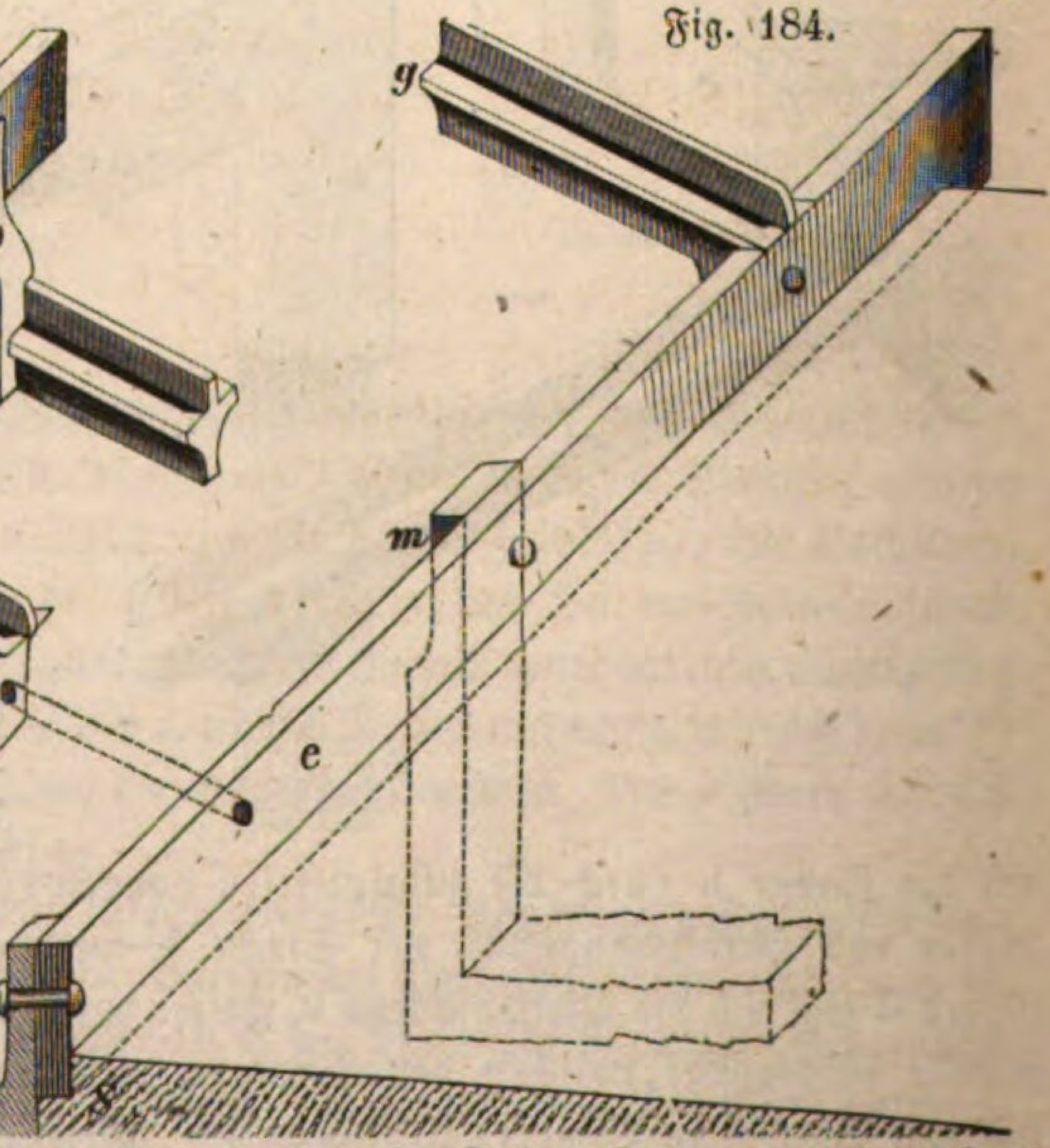


Fig. 184.



dermauer. In diese Decksteine wird ein Falz gehauen, worein sich die Steinschiene e stellt; dieselbe ist 50 Millimeter hoch und 10 Millimeter

dick. Zur Befestigung derselben werden die Eisen m an der inneren Seite der Mauer angebracht und mit ihren umgebogenen Enden in das Mauerwerk eingelassen und festgekittet. An die Stützen m ist die Steinschiene e genietet. Die Fußenden der Sparrensprossen setzen sich wider die Schiene e und werden so darin vernietet, daß man die Verglasung über die Schiene e um 1—1 $^1/_2$ Zoll vorschießen lassen kann. In unserer Zeichnung, Fig. 184, ist die eine Sprosse g eingesetzt, die andere abgerückt, um diesen Verband deutlicher ersehen zu lassen. Für die Vernietung wird nämlich der untere Theil jeder Sprosse auf circa 2 Zoll abgebogen; der obere Theil, welcher die Kittfalze bildet, wird dagegen weggefeilt. — In Fig. 185 ist noch die Befestigung der Deckleistenschienen n mit den Sprossen g durch die kurzen angenieteten Lappen o dargestellt.

Fig. 186 stellt den Grundriß und Fig. 187 die Seitenansicht eines Gewächshauses, in $^1/_{100}$ der nat. Größe, dar, welches mit einem zweiseitigen Glasdach überdeckt ist. Die Fig. 188 und 189 zeigen halbe Querschnitte in doppeltem Maßstab. Das Haus ist im Lichten 60 hess. Fuß (15 Meter) lang und 24 Fuß (6 Meter) breit; es ist 30 Zoll tief in die Erde eingegraben. a ist die vordere niedere Mauer, welche den Giebel bildet; derselbe ist vollständig verglast und enthält die zweiflügliche Eingangsthüre, mit Treppe e. Dieser Giebel ist nach Süden gekehrt. Die hintere, nördliche Giebelseite wird durch die Mauer b geschlossen. Die hinteren Mauern aa an den Langseiten enthalten die Zuglöcher k . . . ., welche durch Kapseln verschlossen werden können. Nahe an der First des Daches sind in beiden Dachflächen die Fenster ii . . . angebracht, welche man nach Bedürfniß leicht öffnen und schließen kann. Die Fenster sind zu dem Zweck oben mit Charnierbändern angeschlagen; unten an dem aufgehenden Theil sind sie mit einem Bogen versehen der in der Mitte rechtwinklich aufgesetzt ist und in das Haus tritt. Neben an der inneren festen Dachfläche ist eine kurze Gabel von 6 Zoll Länge angenietet welche eine kleine Rolle trägt. Eine Schnur wird an den Bogen des Fensters gebunden und über die bemerkte Rolle geführt. Zieht man nur an der Schnur so wird das Fenster gehoben und kann in verschiedenen Lagen festgestellt werden. ff sind zwei Heizkanäle, welche längs den Seitenmauern hinziehen und von den Heizöfen gg in die Schornsteine hh münden. Die Oefen gg liegen im Haus, unter den Blumentischen, sie sind von feuerfesten Backsteinen 5″ stark aufgemauert und überwölbt. Die Heizkanäle wurden, wie schon früher erwähnt, mit Backsteinen hergestellt. Die Schornsteine sind nur bis auf 6 Fuß Höhe gemauert, damit sie das

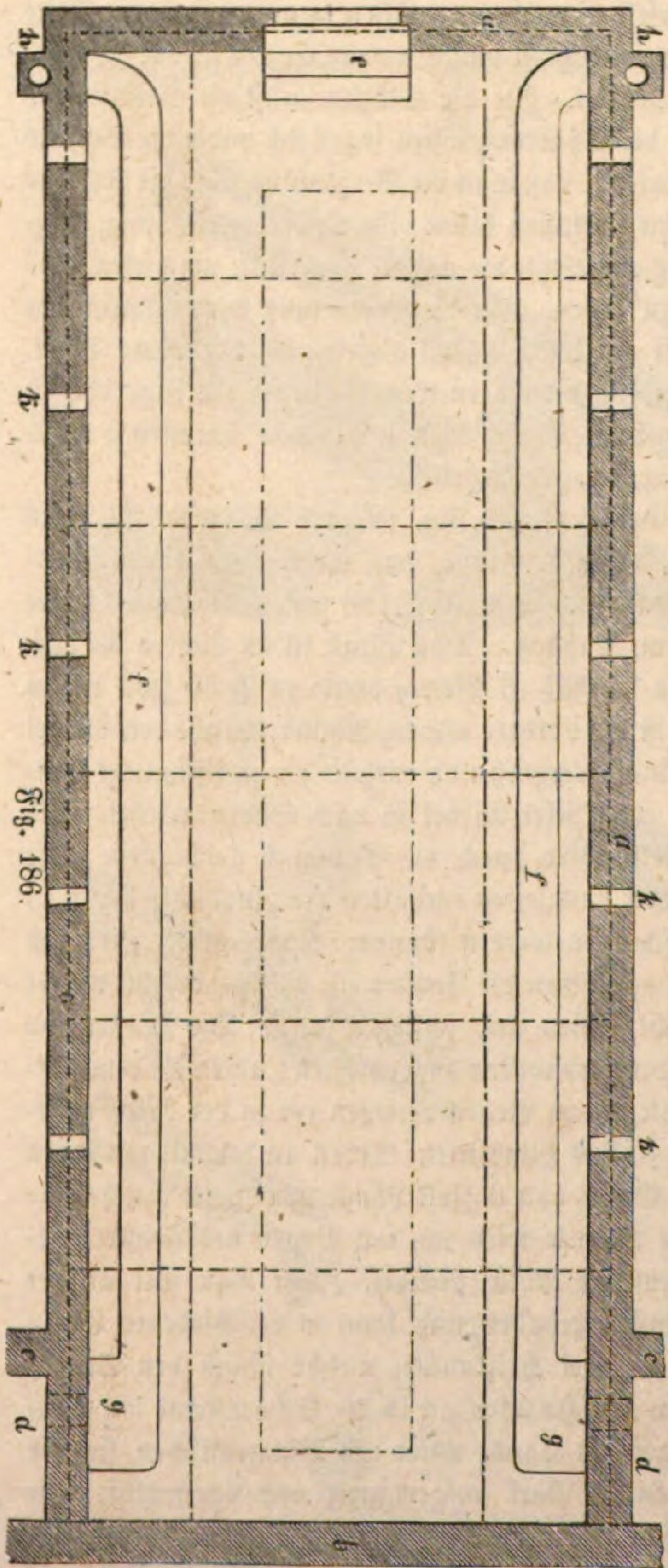


Fig. 186.

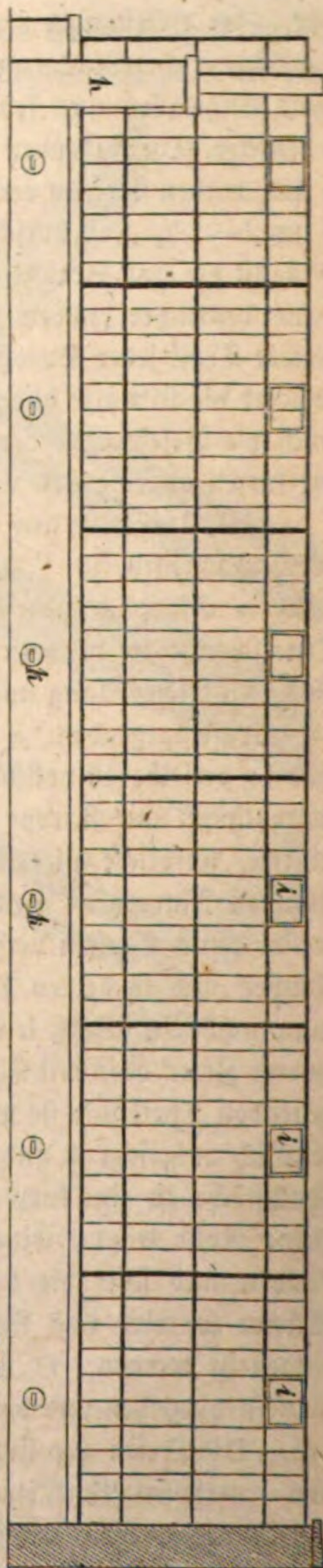



Fig. 187.

Fig. 188. Fig. 189. Fig. 190.



Glasdach nicht beschatten; sie werden durch eiserne Röhren verlängert. Da die Röste der Feuerungen tiefer liegen als der Erdboden, so mußten Schürgruben d d angelegt werden, deren Umfangsmauern mit c bezeichnet sind. Treppen mit je 8 Stufen führen von der Erdoberfläche zu den Sohlen dieser Schürgruben. Der Durchschnitt, Fig. 189, ist durch eine solche Grube genommen und verdeutlicht diese Anordnung. Ueberdeckt sind die Gruben mit Fallthüren, welche mit Zink beschlagen und mit Oberlichter versehen sind die keinen Regen und Schnee, wohl aber Luft in das Innere der Gruben einstreichen lassen, die zur Unterhaltung des Feuers nothwendig ist.

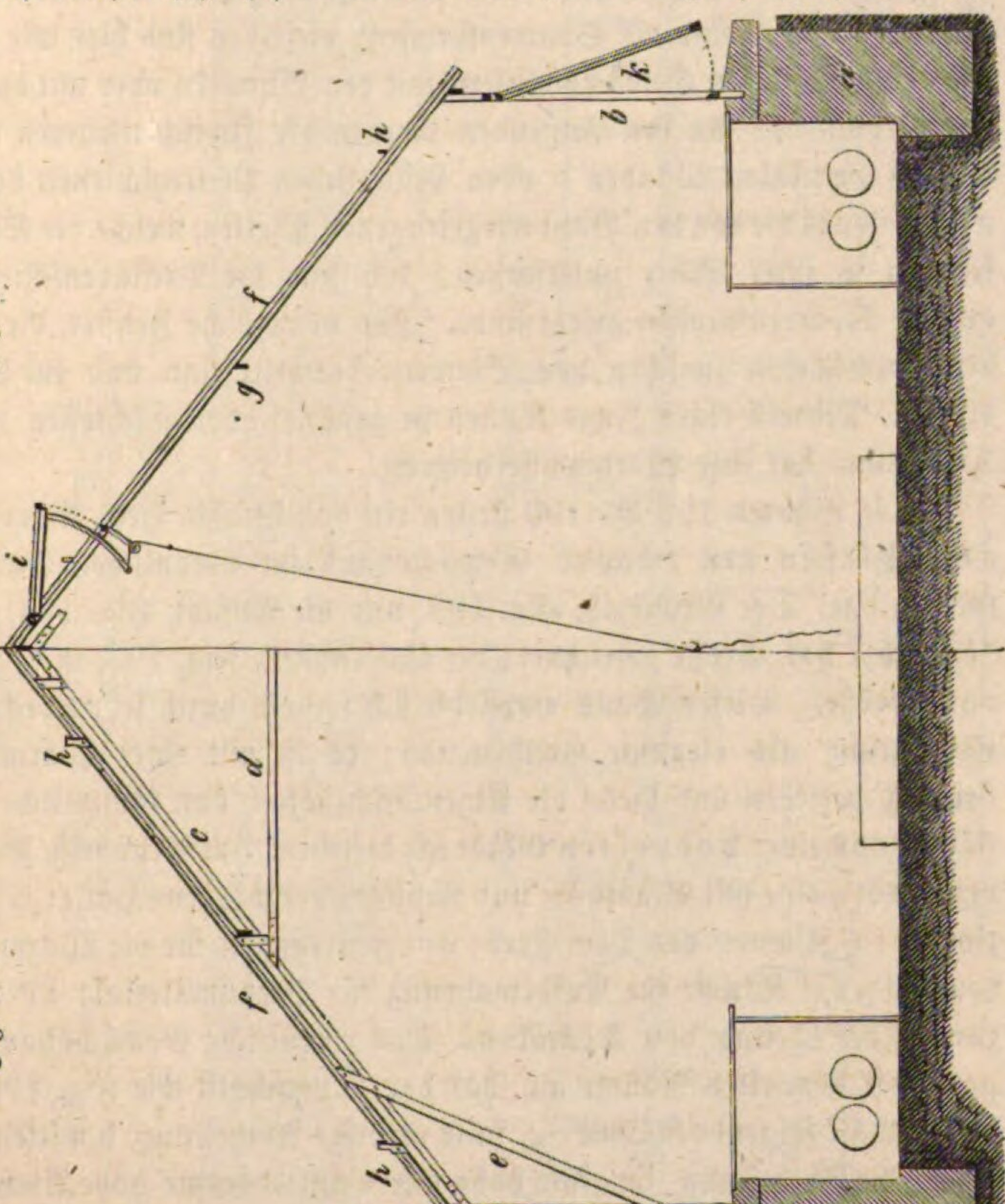
Die Construction des eisernen Dachwerks ist ganz so wie bei dem in Fig. 181 bis 185 beschriebenen Haus mit einseitigem Glasdach. In Fig. 190 ist noch die Verbindung der Fenstersprossen mit der unteren Steinschiene, in $^1/_2$ der nat. Größe, dargestellt. o bezeichnet die Mauerdecksteine; die Steinschiene m ist in der Mitte der Decksteine $1^1/_2$ Zoll auf ihre ganze Länge eingelassen und wird durch die Stützen n gehalten, welche in Abständen von 40 Zoll in die Steine versenkt, verkittet und mit der Steinschiene m vernietet werden. Die Fenstersprossen l, deren Profil in die Ansicht der Fig. 190 eingezeichnet ist, legen sich gegen die Steinschiene m und sind damit vernietet. p zeigt die Verglasung, welche über die Schiene m vorschießt und das Wasser auf die Mauerdecksteine leitet, welche einen starken Fall haben. — Die innere Einrichtung des Gewächshauses mit Stellagen zum Placieren von größeren und kleineren Topfpflanzen läßt sich in verschiedener Weise bewerkstelligen, und es können auch an den Dachflächen hängende Gerüste für kleinere Pflanzen angebracht werden.

In den Figuren 191 u. 192 ist, in $^1/_{100}$ der nat. Größe, ein Gewächshaus dargestellt, welches unten mit vertikalen niedrigen Fenstern versehen und oben mit zwei geneigten Dachflächen überdeckt ist. Fig. 191 gibt die halbe Ansicht eines Bünders und Fig. 192 die halbe Ansicht eines Leergesperrs. Die Bünder stehen 100 Zoll ($2^1/_2$ Meter) von einander entfernt und tragen die horizontalen Pfetten, worauf die Zwischensparren ruhen, ferner die Deckleistenschienen welche für das Einhängen der Läden angebracht sind. Das vorletzt, in Fig. 187—190 beschriebene Gewächshaus eignet sich mehr zur Anzucht von Pflanzen; die hier gegebene Form dürfte dagegen für Luxushäuser vorzuziehen sein. Durch die niedrigen vertikalen Glaswände wird nämlich der Raum im Inneren des Hauses höher und freier, es lassen sich deßhalb auf den Tischen an diesen

Glaswänden größere Pflanzen placiren und bequemer besehen. In den Figuren bezeichnen die Buchstaben folgende Theile: a a die niedrigen Seitenmauern welche das Glashaus tragen. b b sind die vertikalen Glaswände; dieselben erhalten eine Höhe von 25 bis 40 Zoll; an den Bündern enthalten sie starke Vertikalstäbe, die in das Mauerwerk eingesetzt und verstrebt sind; zwischen den Bündern sind bewegliche Fenster k ange-

Fig. 192.

Fig. 191.



bracht, welche nach Bedürfniß geöffnet und geschlossen werden können. c c sind die Bundstreben; dieselben werden an den Fußenden mit den Pfosten der Wände b durch aufgenietete Winkeleisen und ferner noch durch die Zangen e verbunden. Die Zangen e sind immer doppelt; sie legen sich beiderseits an je einen Pfosten der Wand b und eine Bundstrebe c an

und werden mit diesen Constructionsstücken vernietet oder verschraubt. d sind Zangen welche die gegenüberliegenden Bundstreben c c mit einander verbinden und deren Einschlagen verhindern. Die Zangen d sind entweder einfach und werden dann vor die Streben c c gestoßen und durch aufgenietete Lappen mit denselben verbunden, oder sie sind doppelt. In letzterem Fall übergreifen sie die Streben c und sind mit denselben vernietet oder verschraubt. f.... sind die Sparrensprossen; dieselben sind hier wie bei den früher abgebildeten Gewächshäusern mit den Bündern oder mit den Pfetten verbunden. An den Fußenden werden die Zwischensparren mit den an den vertikalen Wänden b oben befindlichen Pfettenschienen vernietet. g g bezeichnen die von den Bündern getragenen Pfetten, welche die Sparrensprossen in ihrer Mitte unterstützen. h h sind die Deckladenschienen die auf die Sparrensprossen gesetzt sind. i sind bewegliche Fenster, die in beiden Dachflächen zwischen den Bündern vertheilt sind und zur Lüftung dienen. Mittelst eines Zugs können sie geöffnet oder geschlossen werden. Das Haus hat eine Warmwasserheizung.

Die Figuren 193 bis 196 stellen ein von Großh. Hess. Kreisbauamt Gießen neu erbautes Gewächshaus im botanischen Garten zu Gießen dar. Der Grundriß, Fig. 193, und die Ansicht, Fig. 194, sind in $^1/_{300}$ der nat. Größe gezeichnet; der Querschnitt, Fig. 195, in $^1/_{100}$ der nat. Größe. Dieses Haus empfiehlt sich sowohl durch sehr zweckmäßige Einrichtung als elegante Construction; es ist mit einer Warmwasserheizung versehen und bietet die Eigenthümlichkeit, daß sämmtliche Dachflächen aus einer doppelten Glasdecke bestehen. Im Grundriß, Fig. 193, bezeichnet a eine mit Glasthüre und Fenstern verschlossene Halle; b Wachtzimmer; c Zimmer des Professors; d d′ Feuerungen für die Warmwasserheizung; e e′ Räume zur Aufbewahrung für Brennmaterial; f f′ Räume zur Aufbewahrung von Deckladen. Das eigentliche Gewächshaus lehnt gegen die bemerkten Räume an, hat den Querschnitt wie Fig. 195 zeigt und enthält folgende Räume: g, kalte niedrige Abtheilung, h mittelwarme, h′ warme Abtheilung, i warme hohe und k mittelwarme hohe Abtheilung, l ist ein Wasserbehälter, worein Wasser zum Begießen der Pflanzen geleitet wird. Das Gewächshaus ist ringsum mit einem Erdanwurf umgeben. Die Dachflächen über den Räumen d e f und d′ e′ f′ fallen in der Neigung der hinteren kurzen Glasdachfläche (Fig. 195) ab. Die Dachräume über der Halle a und dem Zimmer c dienen zur Aufbewahrung von Deckladen. Ueber dem Zimmer c ist ein Wasserbehälter aufgestellt. Eine Treppe in der Vorhalle a führt zu diesen Dachräumen. Man gelangt

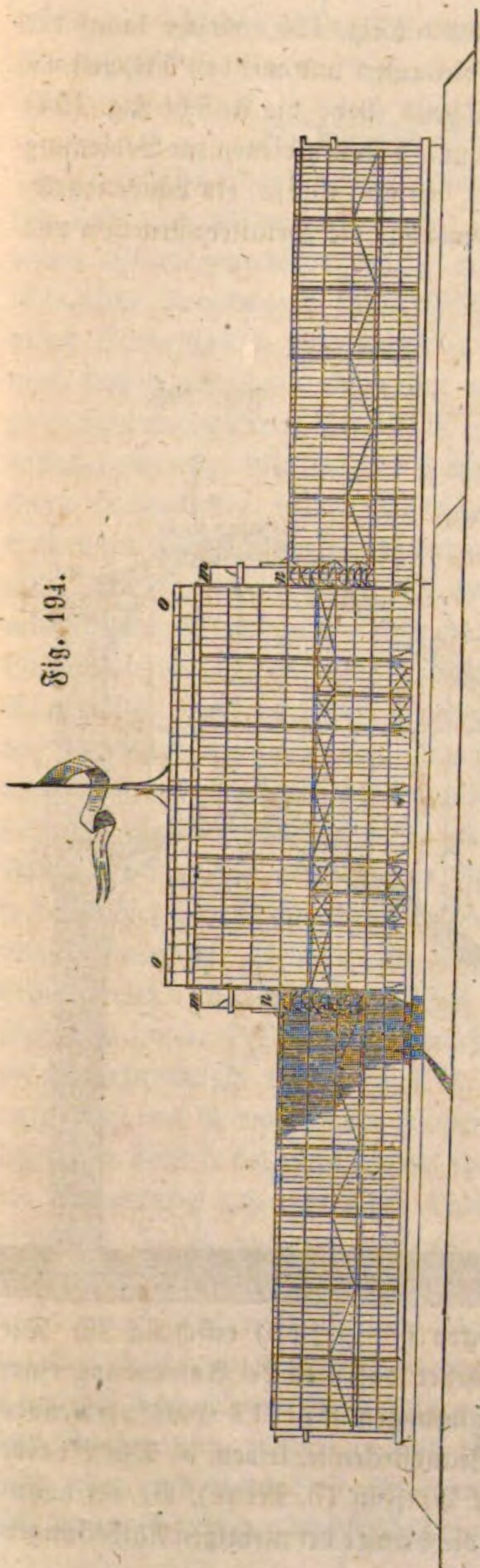


Fig. 194.

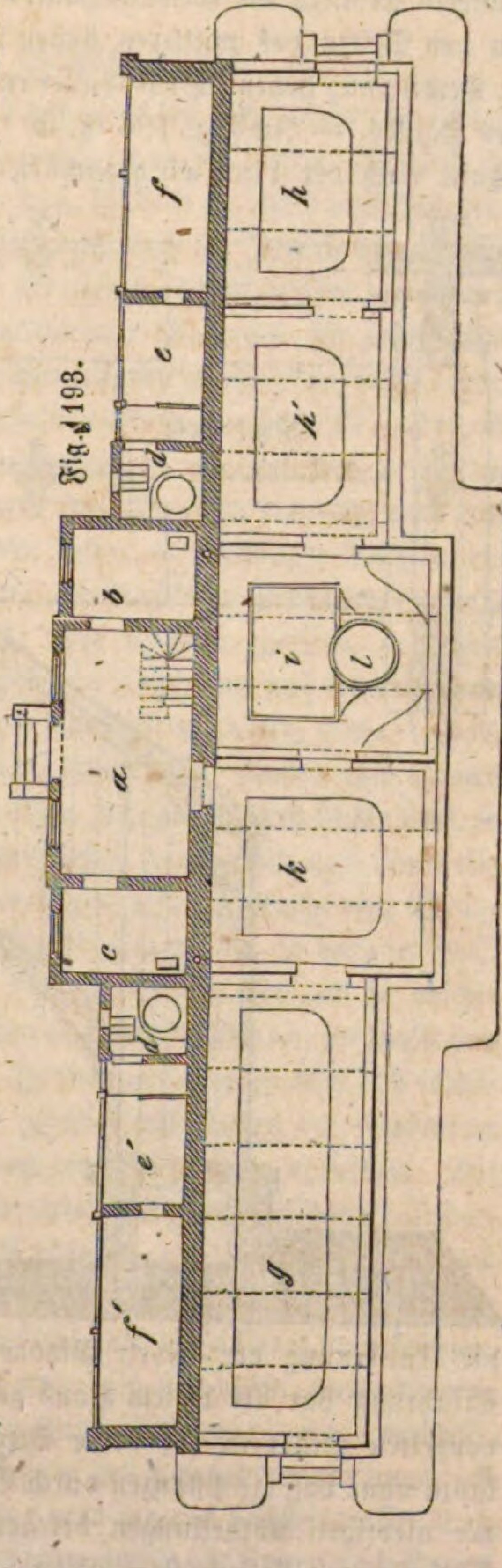


Fig. 193.

auch von hier auf die Gallerien mm und o (Fig. 195), welche längs der hinteren Mauern des Gewächshauses hinlaufen und mit den Treppen nn an den Seiten des mittleren hohen Theils (siehe die Ansicht Fig. 194) in Verbindung stehen. Diese Gallerien und Treppen dienen zur Bedienung des Hauses. — In Fig. 196 ist, in $^1/_4$ der nat. Größe, ein Längendurchschnitt nach der Linie ab gezeichnet, woraus die Detailconstruction und

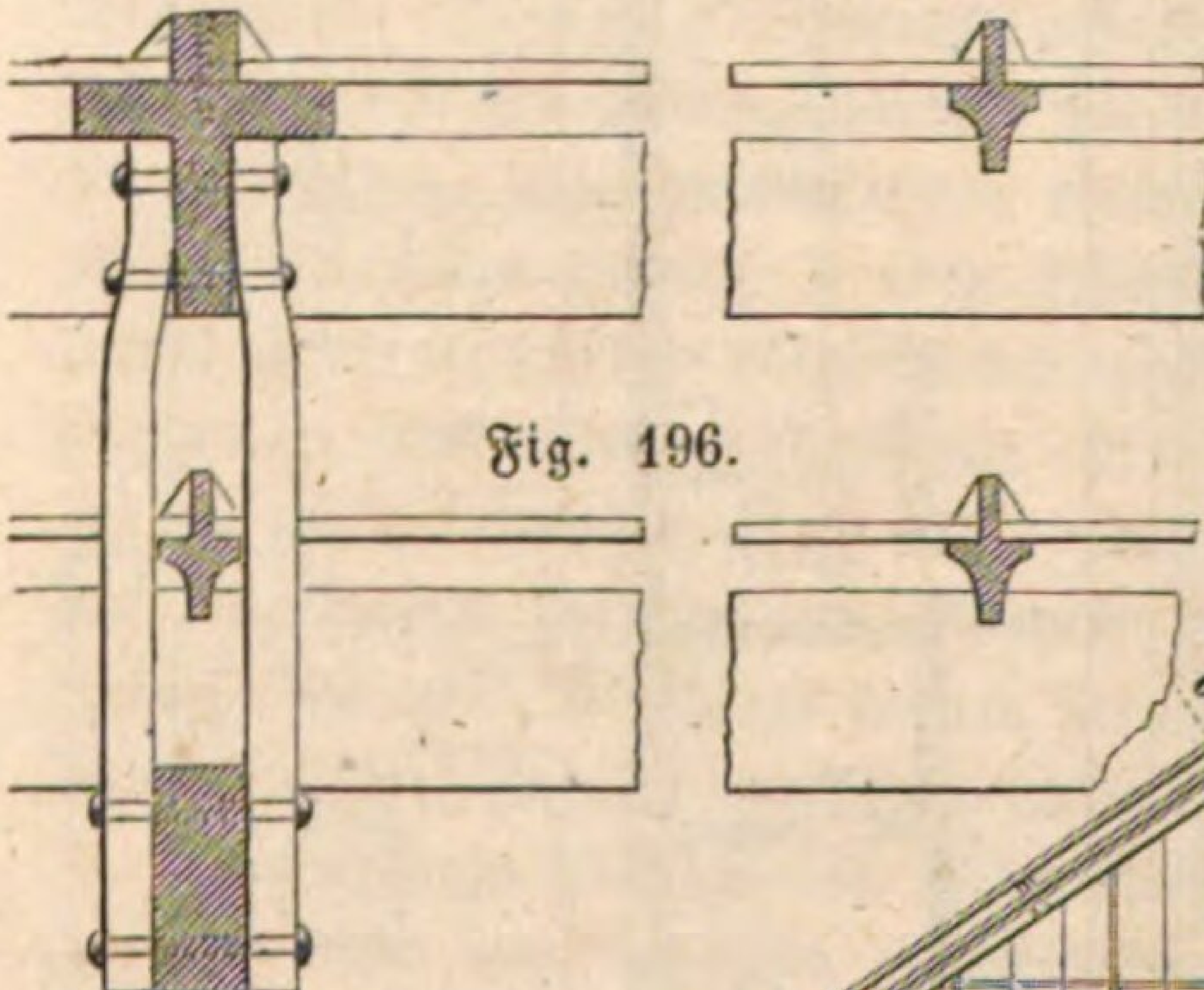
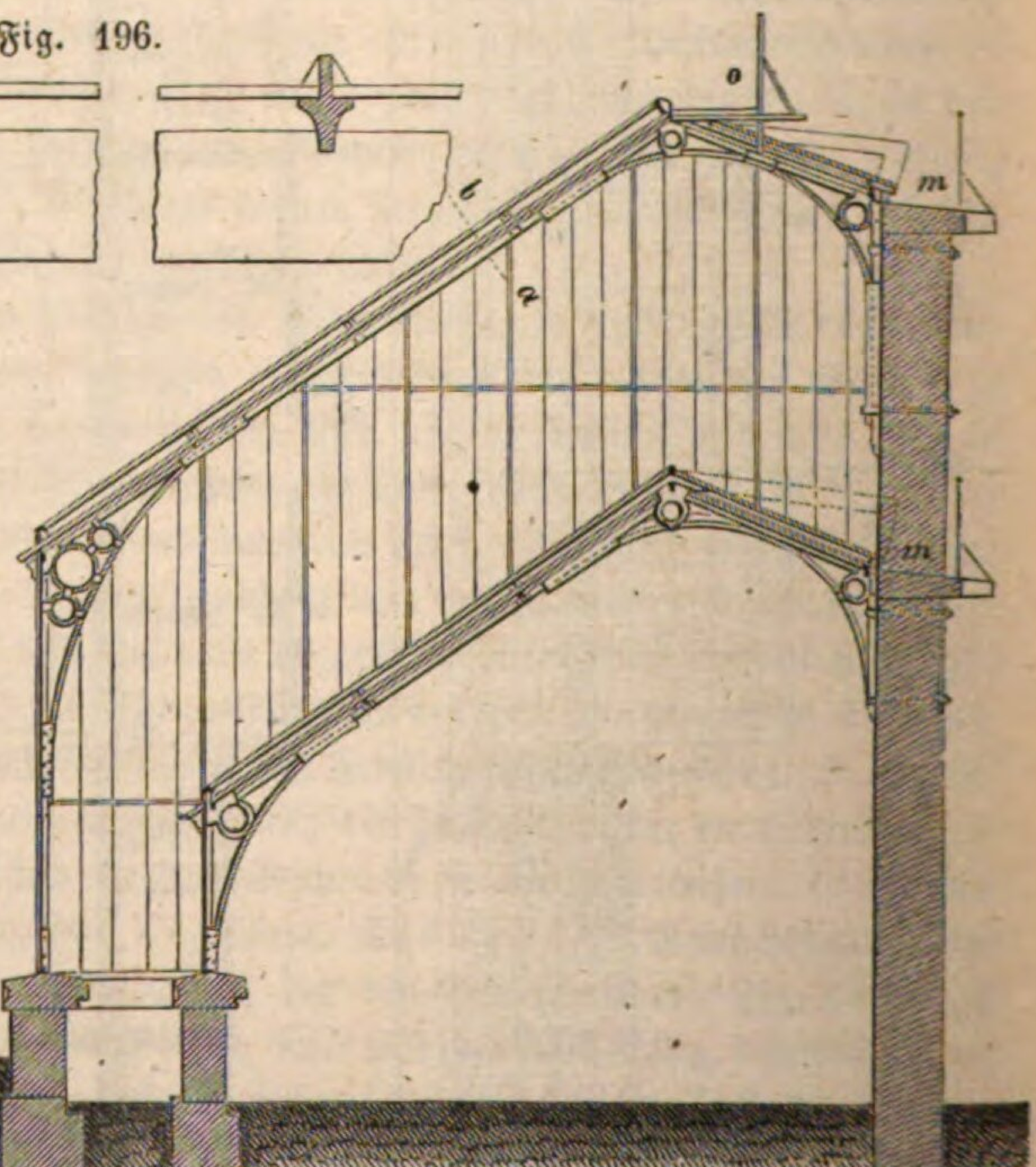


Fig. 196.

Fig. 195.



die Entfernung der beiden Glasdecken ($3^1/_2$ Zoll) ersichtlich ist. Die Erfahrung hat bei diesem Haus gelehrt, daß man bei Anwendung einer doppelten Glasdecke für beide Verglasungen weißes Glas verwenden kann, ohne daß die Pflanzen durch Brandflecken ꝛc. leiden. — Die Breite der niedrigen Abtheilungen beträgt 20 Fuß (5 Meter), die der hohen Abtheilungen 25 Fuß ($6^1/_4$ Meter); die Länge der niedrigen Abtheilungen

beträgt je 55 Fuß ($13^3/_4$ Meter), die der mittleren hohen Abtheilung 50 Fuß ($12^1/_2$ Meter).

Verglasung der Gewächshäuser.

Durch die Glasdecken der Gewächshäuser soll nicht allein den Pflanzen Licht und Wärme von Außen zugeführt und die innere, künstlich erzeugte Wärme zusammengehalten werden, sondern sie sollen auch das aufschlagende Regenwasser rasch abführen und dem im Innern des Hauses durch Condensation von Dämpfen gebildeten Schwitzwasser den Abzug nach Außen gestatten. Man hat verschiedene Methoden für solche Verglasungen angewendet. Die älteste, früher allgemein angewandte Methode, benutzte viereckige Glastafeln. Dieselben wurden, wie Fig. 197 zeigt, an ihren horizontalen Enden übereinandergelegt und an den vertikalen Enden in Kittfalze der Fensterrahmen oder Sprossen eingelegt und dort mit Oelkitt befestigt. Diese Methode leidet an manchen Nachtheilen, welche dadurch entstehen, daß man die Glastafeln breit überdecken muß. Läßt man die Tafeln nur ein wenig über einander greifen, so dringt Regenwasser leicht von Außen zwischen den Fugen ein und tröpfelt dann auf die Pflanzen. Legt man dagegen die Tafeln breiter, etwa 1 Zoll, über einander, so zieht sich immerhin Wasser von Außen und Innen (Dunstwasser im letzteren Fall) zwischen die Fugen und bleibt dort, in Folge der Anziehungskraft beider Glasflächen sitzen; tritt nun Frost ein, so dehnt sich das Wasser beim Gefrieren aus und versprengt eine Menge von Glastafeln. Je steiler die Glasdecken liegen, um so weniger leicht dringt Wasser von Außen zwischen die Glastafeln und um so rascher fließt das innere Schwitzwasser zwischen den Glastafeln ab, weßhalb hier die bemerkte Gefahr nicht so groß ist. Je weniger geneigt aber das Glasdach liegt, um so mehr bleibt Wasser zwischen den Fugen der Glastafeln sitzen und bewirkt bei eintretendem Frost eine Zerstörung derselben. Die bei Anwendung von viereckigen Glastafeln nothwendigen breiten Ueberfassungen haben noch den weiteren Nachtheil, daß sich nach und nach Schmutz zwischen beide Scheiben an diesen Stellen ansetzt welcher dem Licht den Durchgang versperrt. Man hat, um diese Uebel zu beseitigen, die Ueberfassungen schmaler gemacht und mit Glaserkitt ausgestrichen. Hierdurch wird allerdings, so lange der Kitt haftet und die Fuge ausfüllt, dem Regenwasser gewehrt in das Innere des Hauses einzudringen; es wird aber auch durch diese Anordnung dem inneren Schwitzwasser, daß sich an den Scheiben niederschlägt, verwehrt, durch die Fugen nach Außen

abzulaufen. Dieses Wasser sammelt sich daher im Inneren an den verkitteten Stellen und fällt hier in Tropfen auf die Pflanzen ab, was verhindert werden sollte. Die Verkittung der Ueberfassungen hat allerdings den Vortheil, daß sie den Eintritt von kalter Luft von Außen und das Entweichen warmer Luft von Innen verhindert. Die berührten Nachtheile der Eindeckung mit viereckigen Glastafeln zu vermeiden, hat man die sogenannte kreisförmige Eindeckung gewählt, bei welcher, wie Fig. 198 zeigt, die horizontalen Kanten der Tafeln nach einer Kreislinie zugeschnitten werden. Bei dieser Form läßt man entweder die obere Kante der Tafeln gerade — wie Fig. 198 a zeigt — oder man schneidet auch diese entsprechend rund aus, Fig. 198 b. Letztere Form ist die bessere, weil, wenn man sich einer Schablone beim Ausschneiden der Tafeln bedient, weniger Glas verloren geht und die Ueberdeckungen geringer sind. Man braucht hier die obere Tafel nur $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll über die untere Tafel greifen zu lassen, wenn man die Ueberfassung verkittet. Bei der Verkittung wird in der Mitte der Tafel eine Stelle von circa $^1/_2$ Zoll nicht mit Kitt versehen, wodurch das im Innern des Gewächshauses an der Glasfläche sich niederschlagende Schwitzwasser einen Ausgang nach Außen findet. Die Wassertropfen werden sich bei der gewählten Form der Glastafeln in der Mitte derselben — an ihrem tiefsten Punkt — zusammenziehen und dort auslaufen.

Statt des kreisförmigen Zuschnitts der Tafeln kann man auch den in Fig. 199 abgebildeten Ausschnitt anwenden, welcher nach demselben Princip gebildet ist und gleichen Dienst leistet.

Noch eine andere Methode der Verglasung zeigt die Figur 200. Hier wird das Wasser nicht in die Mitte der Glastafeln, sondern nach einem Ende hin geleitet. Auch hier sollen sich die Tafeln wenig überdecken und die Fugen sollen, bis auf eine Stelle von circa 1 Zoll in der unteren Ecke a, verkittet werden. Bei eisernen Rahmen kann diese Form ohne Nachtheil angewendet werden; bei hölzernen Rahmen und Sprossen ist sie nicht zu empfehlen, weil das Wasser an die Sprossen geleitet wird und dort ein rascheres Verfaulen bewirkt.

Man hat, um den Kitt zwischen den Glastafeln zu umgehen, da derselbe häufig losspringt, denselben durch andere Mittel zu ersetzen gesucht. Die in Fig. 201 dargestellte Fassung besteht aus einem dünnen Kupferstreifen welcher zwischen die Tafeln gelegt wird. Derselbe ist aber nur bei geradlinigten Tafeln anwendbar; er hält überdies das innere Schwitzwasser zurück und versperrt das Licht. Die in Fig. 202 abgebildete

Fassung besteht aus Bleiplättchen von Papierdicke. Solche Bleiplättchen lassen sich leicht biegen und schneiden und sich daher auch für andere als geradlinige Formen von Tafeln anwenden. Sie sind jedenfalls zweckmäßiger als die Kupferstreifen.

Fig. 197.

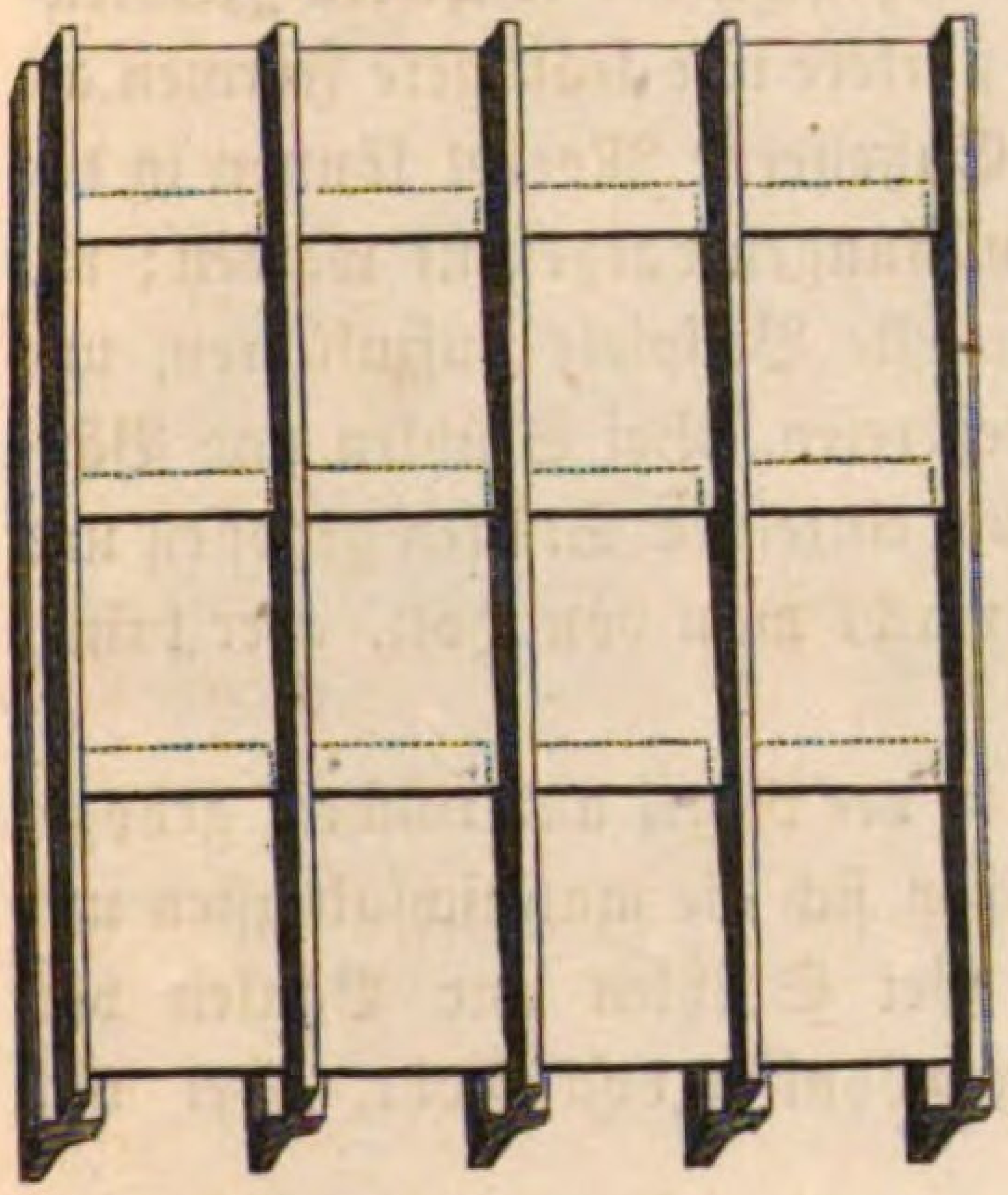


Fig. 198.

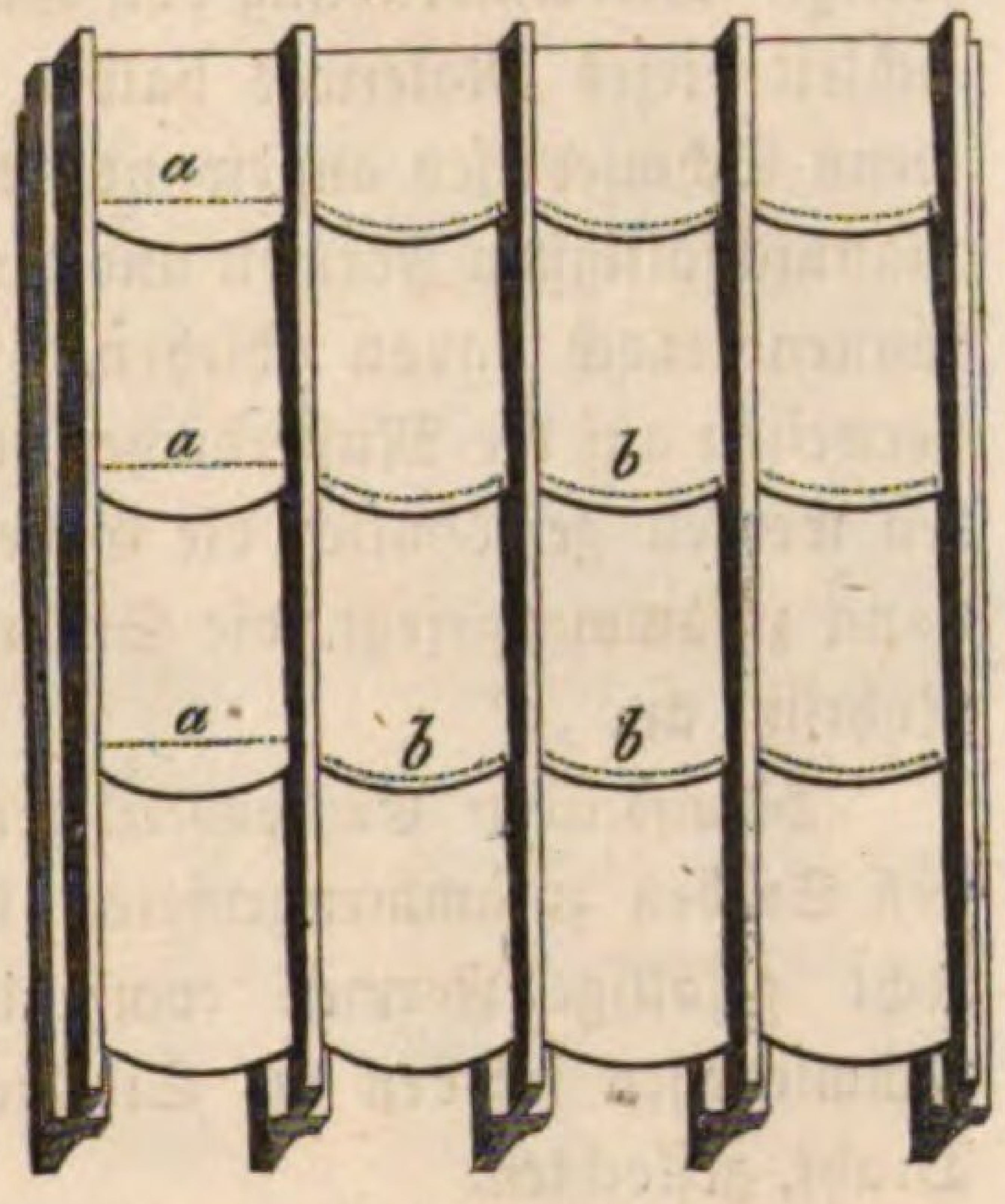


Fig. 199.

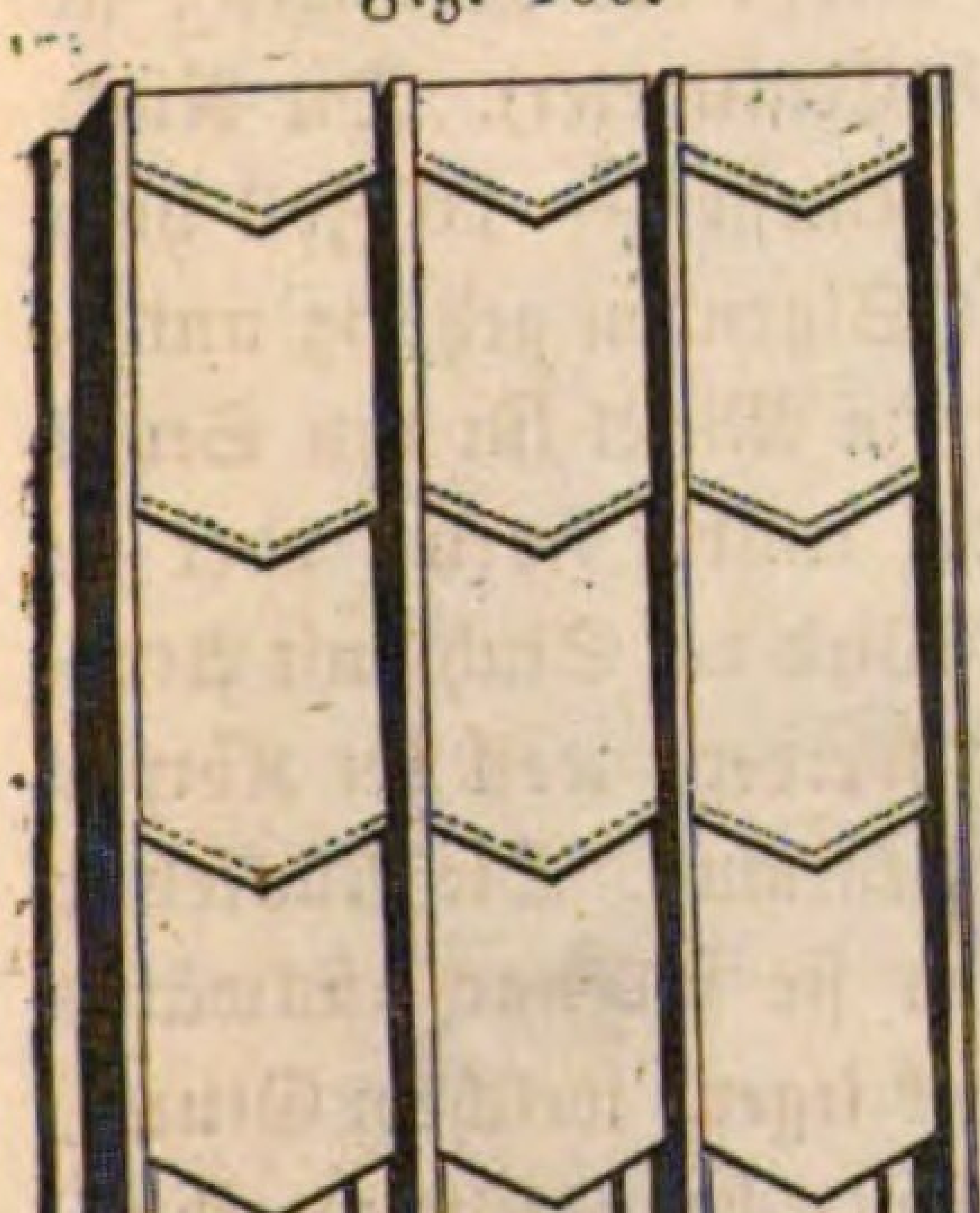
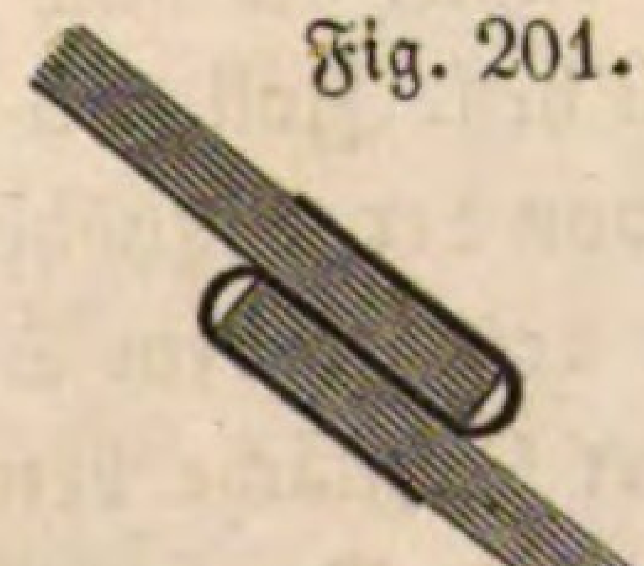


Fig. 201.



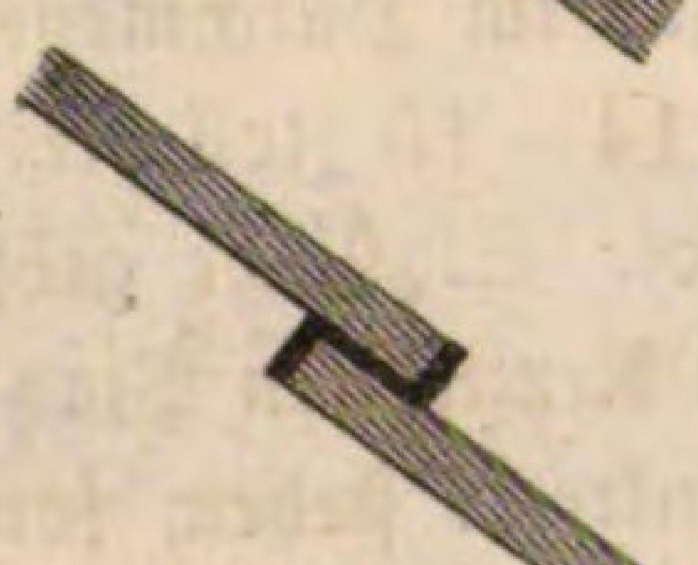
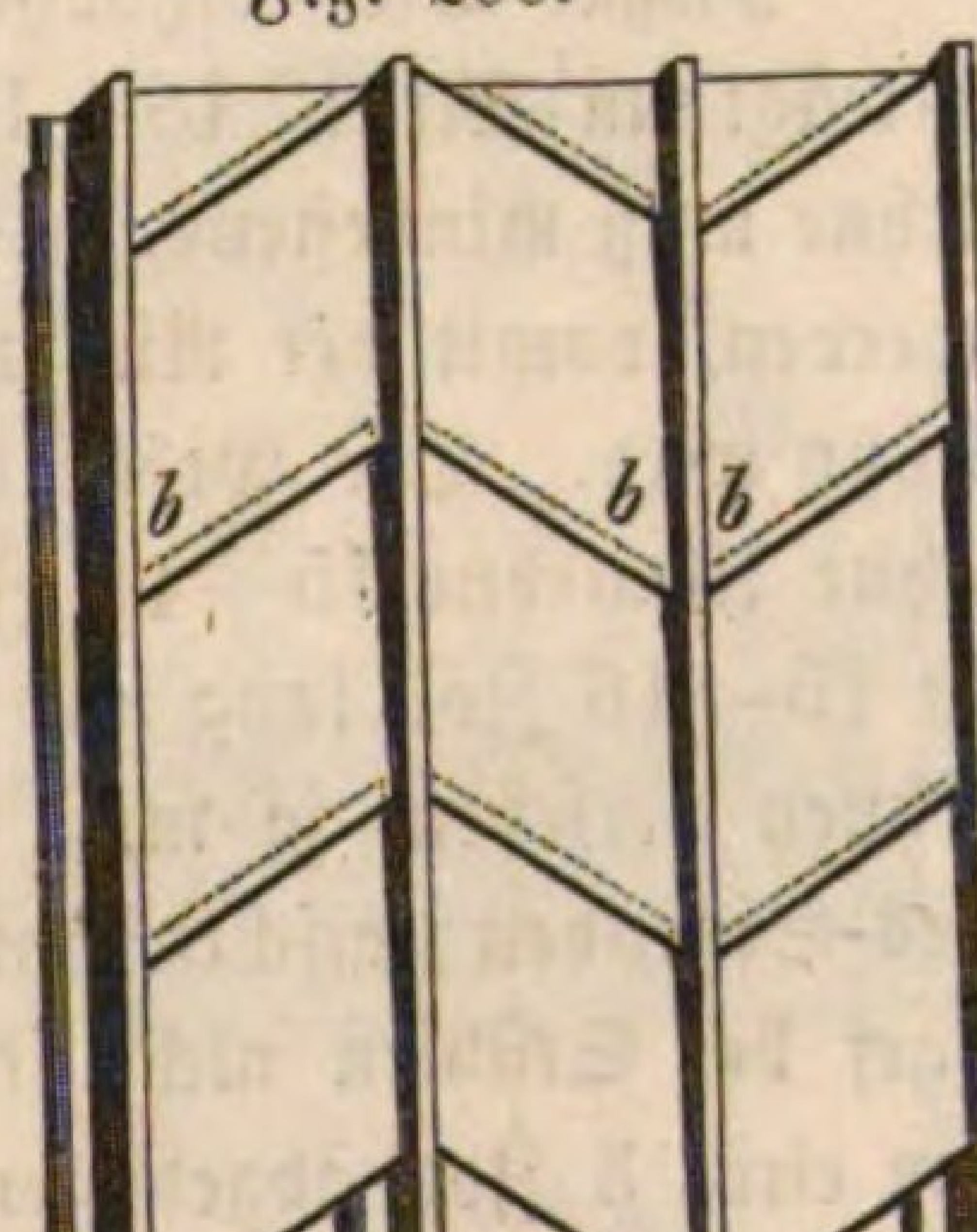


Fig. 202.

Fig. 200.



Die Glastafeln sollen möglichst eben sein, damit sie sich dicht aufeinanderlegen. Wo die Ueberfassungen verkittet werden, müssen sie schmal genommen werden.

Eiserne Garten- und andere Moebel.

Eiserne Gartenmoebel.

Stühle, Tische, Bänke, Kanapees u. s. w. werden, wenigstens die Gestelle dieser Moebel, häufig von Gußeisen oder von Schmiedeisen verfertigt. Die Anwendung von Gußeisen erheischt, der leichteren Zerbrechlichkeit dieses Materials halber, weit stärkere und kräftigere Formen als wenn Schmiedeisen angewandt wird. Gußeiserne Moebel können in den mannichfaltigsten Formen und Ausschmückungen dargestellt werden; wir können jedoch davon absehen, hier specielle Beispiele aufzuführen, und verweisen auf die Musterbücher von Gießereien. Bei Stühlen und Bänken werden gewöhnlich die Gestelle aus einzelnen Stücken gegossen und dann zusammengesetzt. die Sitzbretter macht man von Holz, oder bringt Rohrsitze an.

Schmiedeiserne Gartenmoebel werden in der Regel aus runden, gebogenen Stäben zusammengenietet. Es lassen sich die mannichfaltigsten und recht gefällige Formen combiniren. Bei Stühlen und Bänken von Schmiedeisen werden die Sitzflächen gewöhnlich von Rohr, oder von Draht, geflochten.

Stühle. Die Sitzhöhe richtet sich nach der Größe des Menschen; sie beträgt im Mittel 18—19 hess. Zoll (45—48 Centimeter). Die Rücklehne muß mindestens, — von der Sitzhöhe an gemessen — 16 Zoll hoch werden, damit der Rücken des auf dem Stuhl Sitzenden gehörig unterstützt wird. Die Größe der Sitzfläche beträgt im Mittel für den Stuhl ohne Armlehne 15—16 Zoll im Durchmesser bei runder Form; oder sie ist 15—16 Zoll lang und 14—15 Zoll breit. Wird der Stuhl mit Armlehnen versehen, so muß die Sitzfläche größer werden, weil der Körper des Sitzenden zwischen den Armlehnen Platz finden muß. Die Rücklehne darf bei Stühlen nicht senkrecht stehen, sondern sie soll nach rückwärts um circa 3 Zoll abgebogen werden. Sollen, aus irgend welchem Grund, die Rücklehnen bei Bänken oder Stühlen eine senkrechte Stellung erhalten, so muß die Sitzbreite um dasselbe Maß, um welches die Rücklehne gebogen sein sollte — mindestens 3 Zoll — vergrößert werden. Die Figuren 203, 204 und 205 stellen einen Stuhl mit runder Sitzfläche und zwei Sessel mit halbrunden Sitzflächen dar. Die Rahmen der Sitzflächen bestehen aus 2—2 1/2 Linien dickem und 1 Zoll breitem Flacheisen; die Füße und Rücklehnen sind aus Rundeisen — Draht — von 3 Linien Durchmesser zusammengesetzt. An den Verbindungsstellen werden die Drähte zugeschärft, vernietet und auch verlöthet.

Ein **Kanapee**, Fig. 206, ist ein Sessel für mehrere Personen. Sitzhöhe, Rück- und Armlehne erhalten dieselben Abmessungen wie bei den Stühlen, nur die Länge der Sitzfläche wird größer und richtet sich darnach, wie viel Personnen die Bank gleichzeitig aufnehmen soll; für jede Person sollen mindestens 24 Zoll Länge gerechnet werden.

Fig. 204.

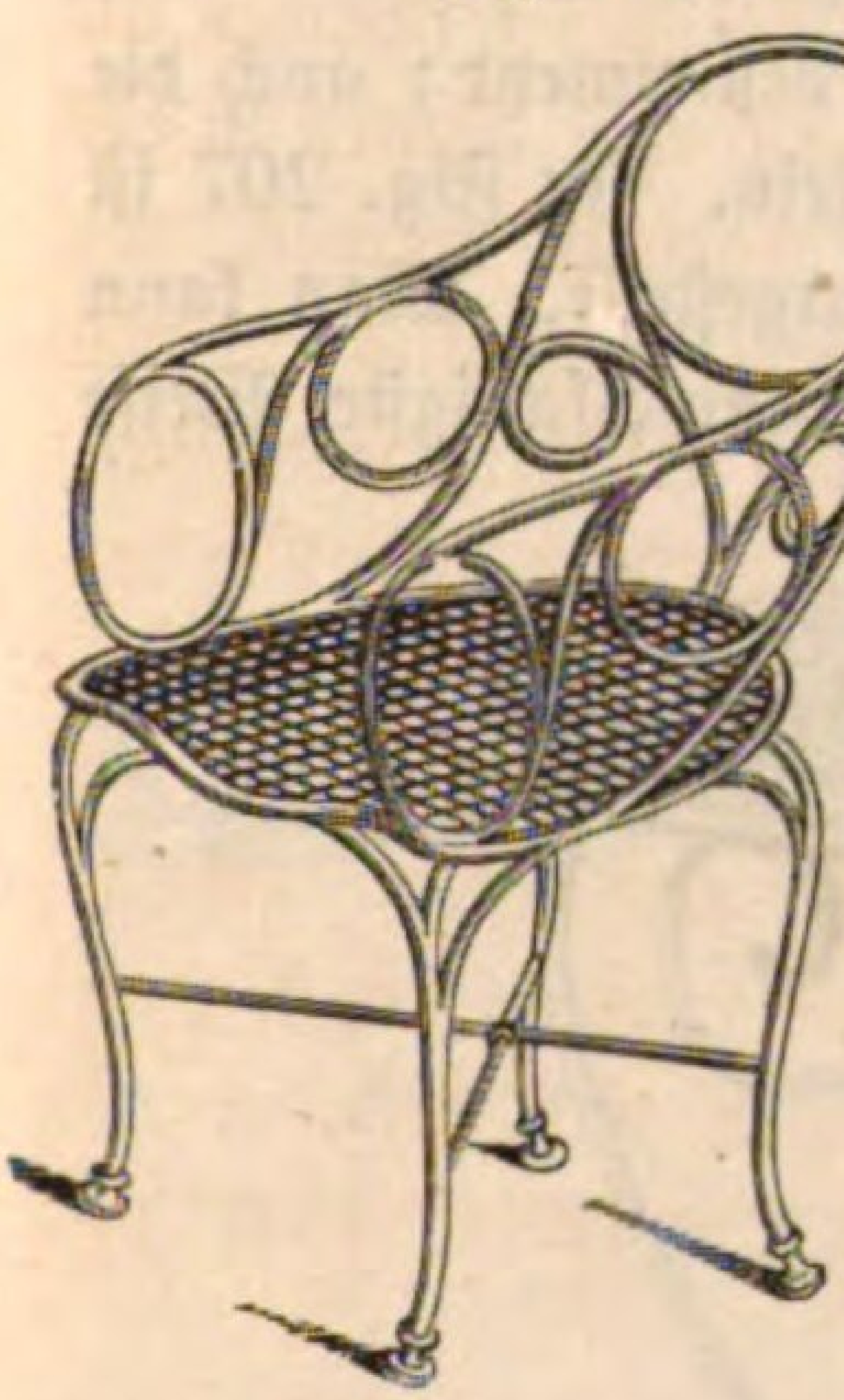


Fig. 203.



Fig. 205.

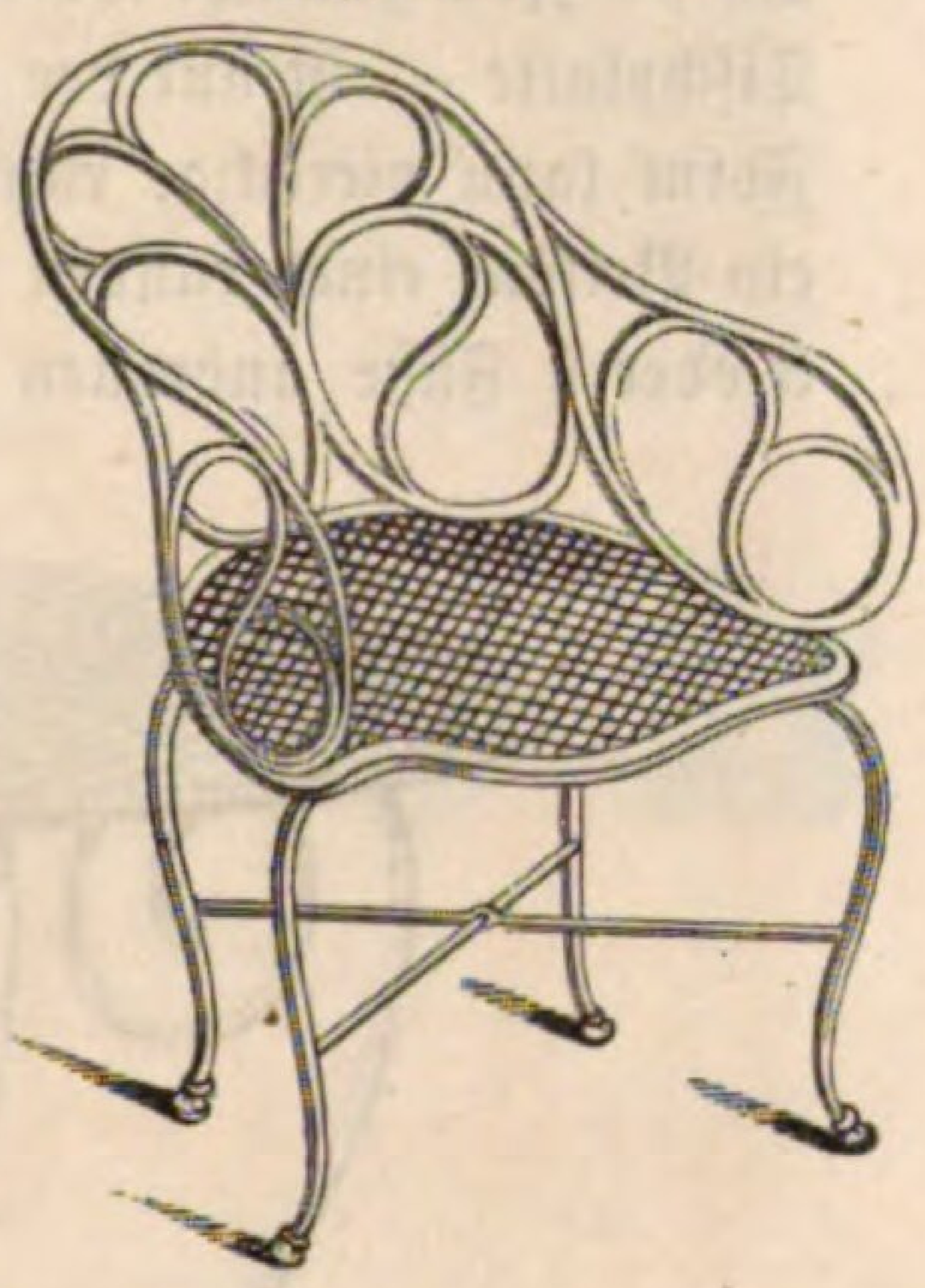


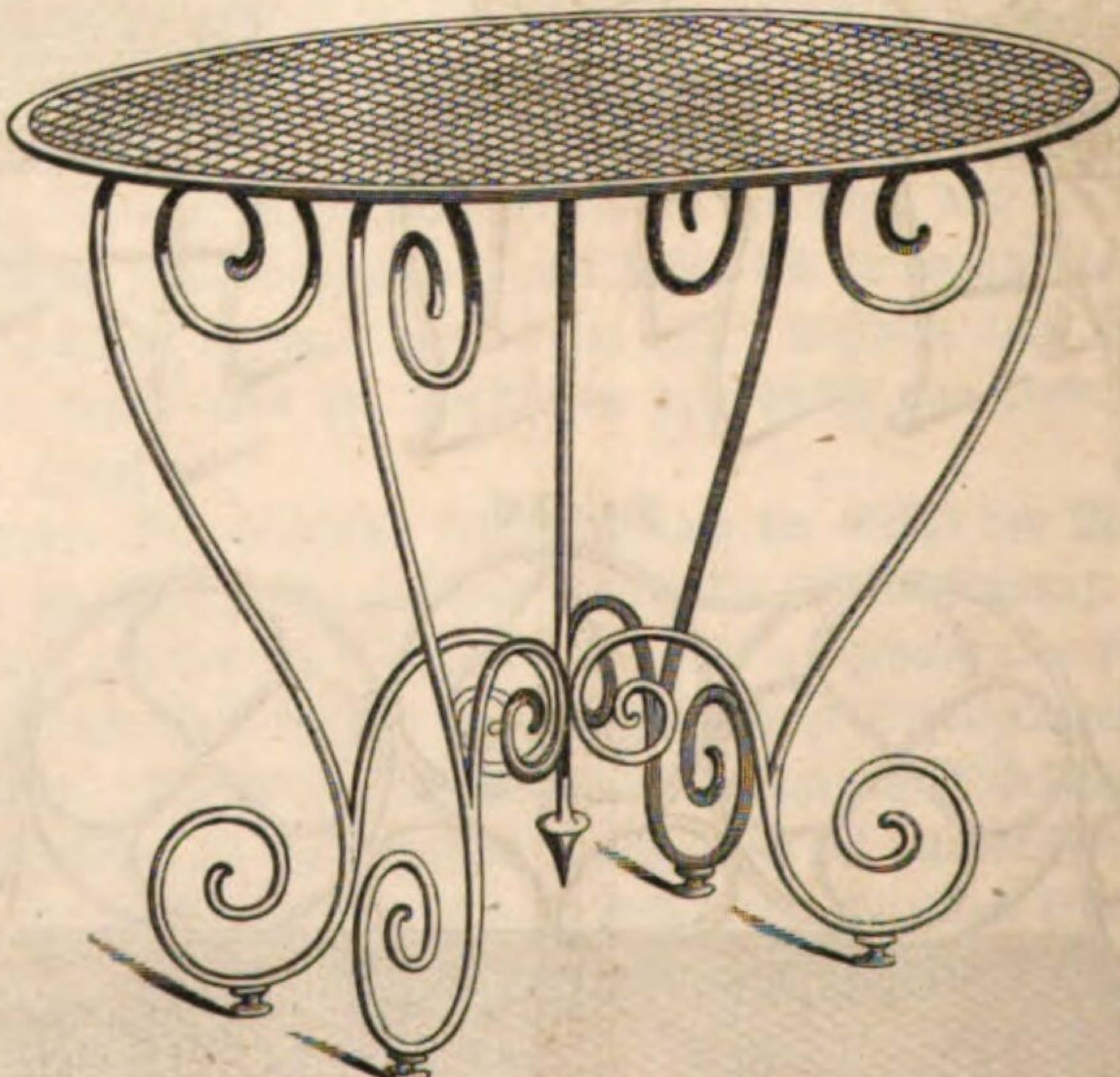
Fig. 206.



Tische. Die Abmessungen der Tische, als Höhe und Größe der Tischfläche, richten sich nach der Art des Gebrauchs. Bei Tischen an welchen gearbeitet oder gegessen werden soll, ist die Tischhöhe abhängig von der Größe der Menschen und der Sitzhöhe der dabei benutzten Stühle. Im Durchschnitt beträgt die Höhe von Arbeits- und Eßtischen 30 hess. Zoll.

Wenn der Tisch nur als Untersatz für andere Gegenstände, als: Blumenstöcke, Standuhren 2c. 2c. dienen soll, so richtet sich seine Höhe nach dem bestimmten Zweck und der Größe der darauf zu stellenden Gegenstände, damit dieselben deutlich gesehen oder bequem gehandhabt werden können. Es wird daher die Tischhöhe je nach den Umständen niedriger oder höher als 30 Zoll gemacht werden müssen. Für die Größe des Tisches — der Tischplatte — ist nur der Zweck und Gebrauch — bestimmend; auch die Form kann viereckig, rund, oval, oder geschweift sein. In Fig. 207 ist ein Beispiel eines runden schmiedeisernen Tisches dargestellt. Man kann 3 oder 4 Füße anordnen und dieselben auf die mannichfaltigste Weise

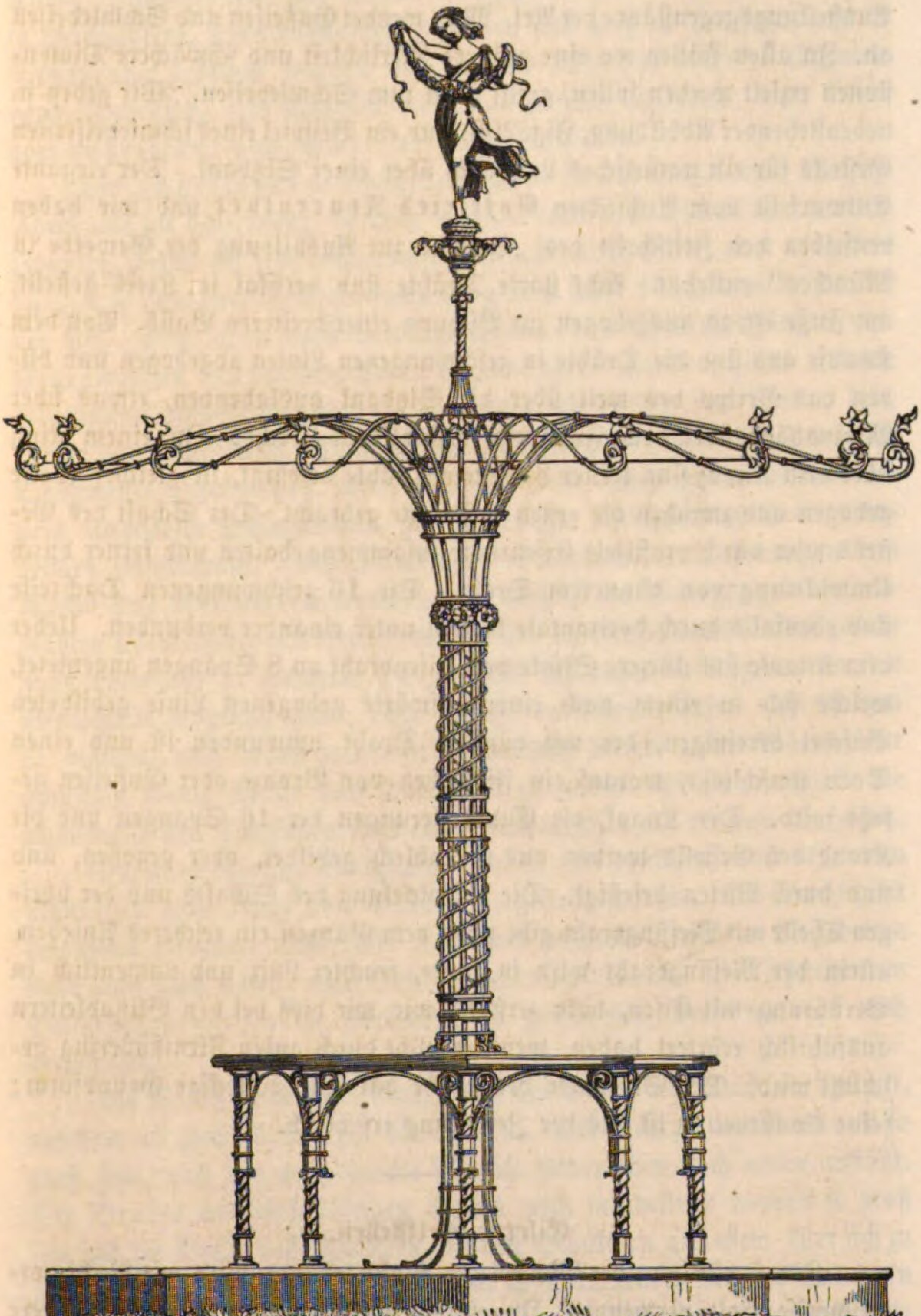
Fig. 207.



von Draht herstellen. Die Tischplatte besteht hier aus einer Rahme von Flacheisen, welche mit Geflechtwerk ausgefüllt ist. Anstatt desselben können auch Holz-, Steinplatten oder Eisenplatten gewählt und an die Rahmen — Zarge — des Fußgestells angeschraubt werden.

Gartenlauben von Eisen mit Sitzbänken. Gartenhäuschen, Gestelle für natürliche Laubüberdeckungen über im Freien angebrachten Sitzbänken, Thüreingängen u. s. w. werden der größeren Dauerhaftigkeit wegen, häufig von Eisen, anstatt von Holz, gemacht. An größeren Orten gibt es Schlosser welche sich ausschließlich mit der Anfertigung von eisernen Gartenmoebel und Gartendecorationen beschäftigen.

Fig. 208.



Die Londoner und Pariser Gewerbeausstellungen enthielten viele Ausstellungsgegenstände der Art. Man wendet Gußeisen und Schmiedeisen an. In allen Fällen wo eine größere Zierlichkeit und schwächere Dimensionen erzielt werden sollen, greift man zum Schmiedeisen. Wir geben in nebenstehender Abbildung, Fig. 208, nur ein Beispiel eines schmiedeisernen Gestells für ein natürliches Laubdach über einer Sitzbank. Der elegante Entwurf ist vom Architekten **Gottfried Neureuther** und wir haben denselben der Zeitschrift des „Vereins zur Ausbildung der Gewerbe in München" entlehnt. Acht starke Drähte sind vertikal im Kreis gestellt, am Fuße etwas ausgebogen zur Bildung einer breiteren Basis. Von dem Knaufe aus sind die Drähte in geschwungenen Linien abgebogen und bilden das Geripp des weit über die Sitzbank ausladenden, etwas über Mannshöhe über dem Fußboden befindlichen Dachs. In einem Ring über dem Knauf sind ferner 8 weitere Drähte befestigt, in gleicher Weise gebogen und zwischen die ersten 8 Drähte gebracht. Der Schaft des Gestells wird durch profilirte Eisenringe zusammengehalten und ferner durch Umwickelung von dünnerem Draht. Die 16 geschwungenen Dachreife sind ebenfalls durch horizontale Reifen unter einander verbunden. Ueber dem Knaufe sind kürzere Stücke von Eisendraht an 8 Spangen angenietet, welche sich in einem nach einer aufwärts gebogenen Linie gebildeten Büschel vereinigen, der mit dünnem Draht umwunden ist und einen Dorn umschließt, worauf ein Figürchen von Bronze oder Gußeisen gesetzt wird. Der Knauf, die Endverzierungen der 16 Spangen und die Krone des Gestells werden aus Eisenblech gebildet, oder gegossen, und sind durch Nieten befestigt. Die Umwickelung des Schafts und der übrigen Theile mit Messingdraht gibt zwar dem Ganzen ein reicheres Ansehen, allein der Messingdraht wird in freier, feuchter Luft und namentlich in Berührung mit Eisen, bald zerstört, wie wir dies bei den Blitzableitern ausführlich erörtert haben, wenn er nicht durch guten Firnißüberzug geschützt wird. Der Sitz unter der Laube hat eine achteckige Grundform; seine Construction ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Eiserne Bettstellen.

Zur Herstellung der Moebel für Wohngebäude wird mit Recht vorzugsweise Holz verwendet. In einzelnen Fällen, wo es auf besondere Festigkeit ankommt, ohne daß das Gewicht des Moebels bedeutend vermehrt werden darf, und wo neben einer gewissen Zierlichkeit auch auf

Fernhaltung von Ungeziefer gesehen werden muß, verwendet man auch Eisen. Insbesondere sind eiserne Bettgestelle in vielen großen Städten, in Gasthäusern, Krankenhäusern, Kasernen und auch in Privathäusern in Anwendung gebracht worden und kommen mehr und mehr in allgemeineren Gebrauch. In Englänb trifft man sie sehr vielfältig; man findet dort gußeiserne und schmiedeiserne Bettstellen.

Die gußeisernen Bettstellen haben in der Regel eine ähnliche Form wie die hölzernen; nämlich massive volle Seitenstücke und massive Häupter, welche oft sehr reich ornamentirt, bronzirt, lackirt oder vergoldet sind. Die Londoner Gewerbeausstellung vom Jahr 1851 bot viele Muster der Art. Wir sahen auch dort Exemplare, bei welchen die Häupter und Seitenwangen aus durchbrochenen Verzierungen bestanden, hinter welchen Glasspiegel angebracht waren. Gegossene Bettstellen sind schwer, kalt, theuer und unpraktisch. Man soll es vermeiden, an diesem Moebel solche Ornamente anzubringen, welche Staub- und Schmutzecken bilden und dem Ungeziefer Schlupfwinkel bieten. Leichte Reinhaltung ist ein dringendes Erforderniß. Scharfkantige, stark vortretende Verzierungen von Metall sind überdies eine fortwährende Gefahr für Verletzungen der entblößten Körpertheile des Bettinhabers. Ein Rausch braucht hierbei gerade nicht unterstellt zu werden. Es empfiehlt sich daher im Allgemeinen, die Bettgestelle möglichst glatt, ohne scharfe vorstehende Ecken und Spitzen zu machen, und, wenn man Eisen anwendet, diesem guten Wärmeleiter möglichst wenig Masse und Oberfläche zu geben. Es sind deßhalb die schmiedeisernen Bettstellen weit empfehlenswerther als die von Gußeisen.

Schmiedeiserne Bettgestelle können von kantigen, oder besser von Rundeisen ganz leicht von Gewicht hergestellt werden. Wo Leichtigkeit besonders erfordert wird, wie z. B. bei zusammenlegbaren Reisebetten kann man auch Eisen- oder Messingröhren verwenden. Bei feststehenden Bettgestellen werden die Verbandstücke gewöhnlich vernietet oder auch verschraubt.

Die Größe des Bettes wird von der Größe des Menschen bedingt, welchem es zum Ruhelager dienen soll. Die Länge des Betts soll so groß sein, daß der ausgestreckte Mensch weder oben noch unten anstößt. Die Breite des einschläfrigen Bettes muß mindestens doppelt so groß sein als die Breite des Menschen, an den Schultern gemessen. Wer sich zu eignem Gebrauch ein Bett anfertigen läßt, kann die Maße hiernach an seinem Körper abnehmen. Wo aber, wie in Gasthäusern, Krankenanstalten, Kasernen 2c., dasselbe Bett von verschiedenen Personen benutzt wird,

muß man die Maße nicht nach mittelgroßen, sondern nach großen Personen bemessen. In hiesiger Gegend werden hölzerne Bettladen von den Tischlern gewöhnlich nach ganz gleichen Maßen, nämlich von 70 Zoll Länge ($1^3/_4$ Meter) und 36—40 Zoll Breite (0,9—1 Meter) angefertigt. Diese Maße sind zu klein*). Unter 76—80 Zoll (0,9—2 Meter) sollte keine Bettlade, die für Erwachsene bestimmt ist, lang gemacht werden. Das Krummlegen verursacht Manchem empfindliche Schmerzen. Oben am Kopf und unten an den Füßen sollen vom Körper bis zur Bettlade noch 4—5 Zoll frei bleiben. Bei eisernen Bettstellen ist dies besonders nothwendig. Als äußerstes Maß der Breite können für schmale Personen 35 Zoll gelten; eine größere Breite ist jedoch sehr zweckmäßig. Zweischläfrige Betten sollen mindestens 45 Zoll ($1^1/_8$ Meter) breit sein. Die Sucht, in Wohn- und Miethhäusern überall an Raum zu sparen, läßt uns häufig auf Kosten der Gesundheit und Behaglichkeit am unrechten Orte sparen; so werden oft die Wandpfeiler in Wohnräumen schon von vorne herein so knapp angelegt, daß ein großes Bett gar nicht placirt werden kann, ohne daß es eine Thüre oder ein Fenster theilweise versperrt. Wer in einem englischen 5 Fuß breiten Bett geschlafen hat, weiß die Annehmlichkeiten eines solchen Bettes zu würdigen.

Kinderbetten werden für die verschiedenen Lebensalter in verschiedenen Größen gefertigt. Man versieht dieselben, um das Herausfallen der unruhigen kleinen Schläfer zu verhindern, mit erhöhten Gallerien, und bei eisernen Bettstellen häufig mit geflochtenen Wänden. Die Wände können feststehend oder zum Abnehmen eingerichtet werden. Anstatt mit Drahtgeflecht werden häufig auch, und ganz zweckmäßig, die eisernen Rahmen mit Rohrgeflechten versehen.

Bei den Betten für Erwachsene ist wenigstens an dem Kopftheil eine vertikale Wand oder Rahme erforderlich, gegen welche das Kopfkissen, oder die Kopfrolle, sich anlegt. Gewöhnlich wird auch am Fußende eine solche Rahme — zuweilen niedriger als die am Kopfende — angebracht. Zur Ornamentirung bieten diese Rahmen ein weites Feld; sie lassen sich auf die mannichfachste Weise durch gerade und krummlinige geometrische Figuren, die aus dünnen Eisenstäben zusammengesetzt werden, und auch durch gegossene Ornamente verzieren.

---

*) Ich selbst messe $72^1/_2$ hess. Zoll (181,2 Centimeter) und habe unter den Hunderten von Bettladen, in welchen ich auf Reisen geschlafen, wenige gefunden, die mir lang genug waren.

Wenn verlangt wird, daß das Bett mit Vorhängen (Gardinen) versehen wird, so kann man die 4 Eckpfosten, welche dann etwas stärker zu nehmen sind, verlängern, als Säulchen behandeln, und oben durch horizontale Stangen, an welchen die Vorhänge befestigt werden, verbinden. Oder man führt von den Eckpfosten der gewöhnlichen Bettstelle, in gebogenen Linien aufwärts und nach der Mitte zu, eiserne Drähte, die oben unter sich, etwa in Form einer Krone ꝛc., durch horizontalen Eisenreif verbunden werden.

Die Bettrahme wird, anstatt der Bretter bei hölzernen Bettgestellen, mit flachgelegten Eisenschienen überdeckt. Gewöhnlich läßt man eine Reihe Bandschienen der Länge nach und eine zweite der Breite nach laufen und zwar so, daß sie eine Art Geflecht bilden worauf das Unterbettwerk (Strohsack, Matratze und Federunterbett) gelegt wird. Man kann die Rahme auch mit leinenen Gurten überspannen. An englischen Betten sahen wir auch eine Ueberspannung mit einer Art Stahlfedern, die jedoch keine bemerkenswerthen Vortheile bot.

Fig. 209 zeigt die perspectivische Ansicht einer schmiedeisernen Bettstelle, in $^1/_{30}$ der nat. Größe, aus vierkantigen Stäben. Die Form ist derjenigen, welche bei einfachen hölzernen Bettstellen gewöhnlich angewendet wird, nachgebildet, die 4 aufrechten Stäbe a a haben einen quadratischen Querschnitt von 8‴ Seitenlänge und sind 38,5 Zoll hoch. Die horizontalen Seitenschienen b bestehen aus Flacheisen von 4‴ Breite und 9‴ Höhe; sie sind in die aufrechten Stäbe mit Zapfen eingesetzt und vernietet. Die Bettträger c c sind 3‴ breit und 9‴ hoch; sie sind mit den Seitenschienen b b vernietet. Die an den Häuptern angebrachten Stäbe d d bestehen ebenfalls aus 3‴ breiten und 9‴ hohen vierkantigen Stäben; sie sind in die Vertikalstäbe a mit Zapfen eingesteckt und vernietet. Die gebogenen Wangenstäbe e e sind 4‴ auf 9‴ stark, oben in die Vertikalstäbe a eingezapft und vernietet und unten an den inneren Seiten der Schienen b angenietet. Das ganze Bettgestell wiegt 88—90 Pfd., und kostet, 14 kr. pro Zollpfund gerechnet, circa 20 fl. Für den Anstrich mit einer Oelfarbe (Bronzegrün) ist 1 fl. zu rechnen. Die Gesammtkosten betragen hiernach 21 fl. Eine nußbaumene, polirte einfache Bettlade kostet hier auch 20—22 fl. Leichtere eiserne Bettstellen 10—12 fl.

In Fig. 210 ist eine schmiedeiserne Bettstelle aus Rundeisen, in $^1/_{30}$ der nat. Größe dargestellt. Die 4 Eckstäbe a a haben 8‴ Durchmesser, die horizontalen Stäbe b . . . . 6‴ und die schwächeren Vertikalstäbchen c c . . . 3‴. Ueber die unteren horizontalen Stäbe b sind zunächst quer

die Flachschienen d d ... und hierauf, der Länge nach, die Schienen e e gelegt; sie sind zum Tragen des Bettwerks bestimmt. Hebt man die Schienen d d und e e aus, so läßt sich die Bettstelle flach zusammenschieben, da die Verbindung der horizontalen Stäbe b b mit den Vertikalstäben a a nicht fest ist, sondern aus Oesen besteht, welche eine Verdrehung zulassen. Die unteren Stäbe b ruhen auf Ansätzen (Gesenken) die sich an

Fig. 209.

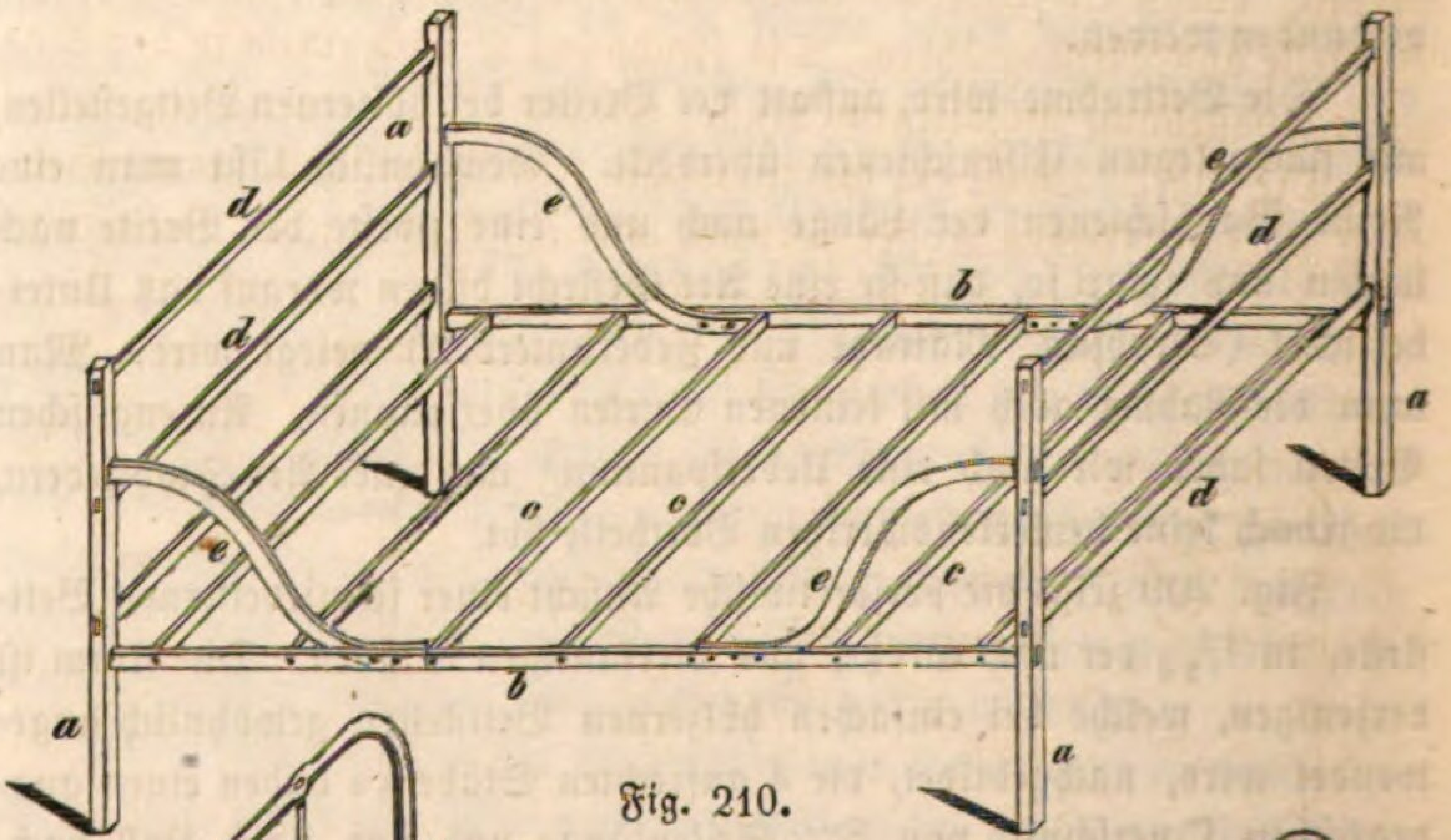
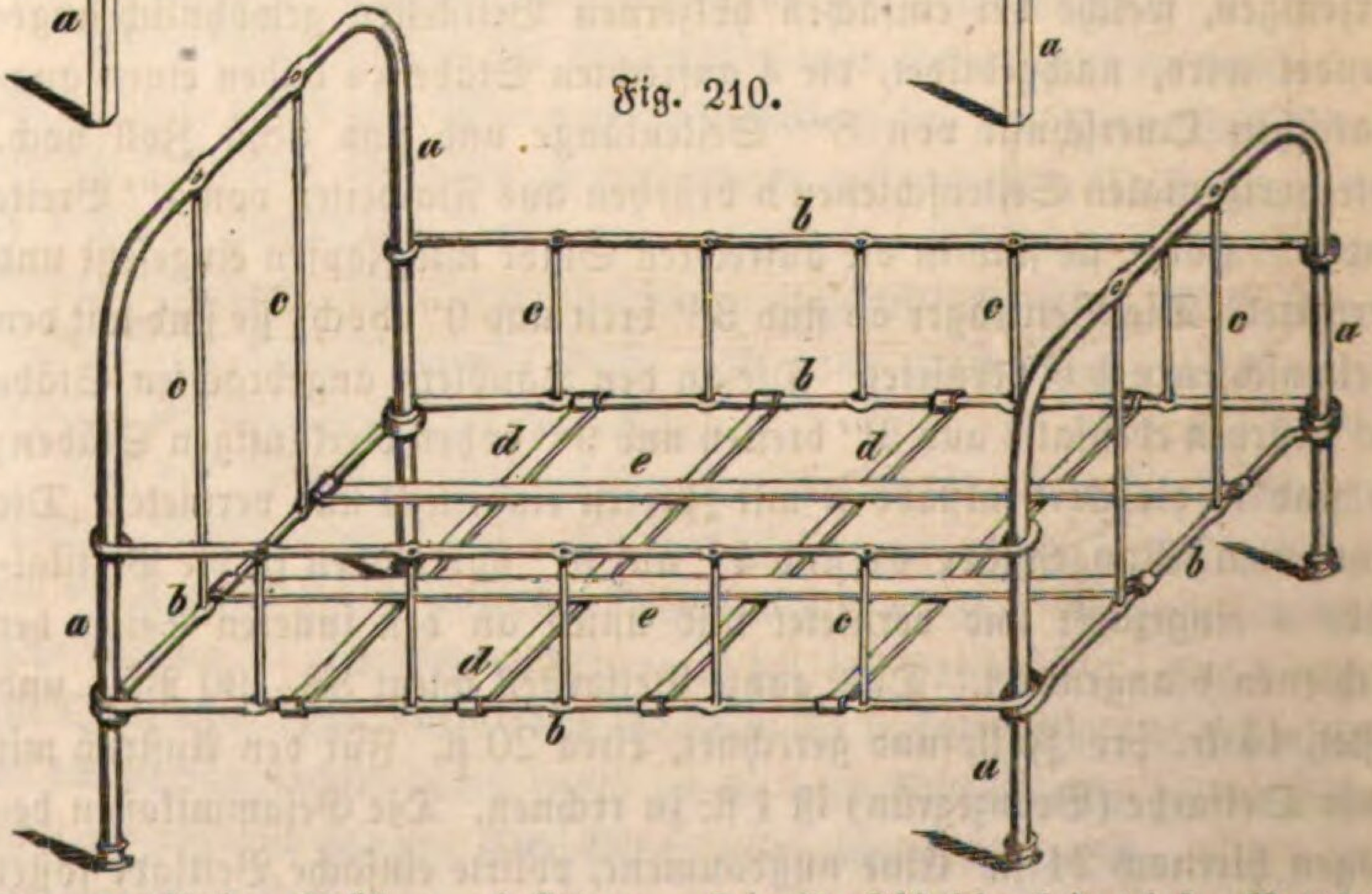


Fig. 210.



den vertikalen Stäben a befinden. Die Verschiebbarkeit dieser Bettstelle gestattet einen bequemeren Transport, sie hat aber auch den Nachtheil, daß das Bett nicht vollkommen fest in seinen Verbindungen steht.

Fig. 211 stellt die Ansicht einer eisernen Reisebettstelle dar, welche ganz zusammengelegt und in einen mäßig großen Koffer, sammt Bettwerk

verpackt werden kann. Die Langstäbe aa bestehen aus Röhrentheile, welche perspectivartig in einander geschoben werden können; die Seitenschienen bb werden eingehängt; sie lassen sich aushängen und mit dem Gurtengeflecht zusammenlegen. Die Füße ccc sind ebenfalls zusammenlegbar. Das obere Gestell läßt sich auch ganz aus einander nehmen und zusammenlegen. Die Bettstelle kann so in ganz kleinem Raum verpackt werden. Wenn ein elegantes Aussehen gewünscht wird, fertigt man solche Bettstelle aus Messingröhren. Die Zeichnung ist nach einem in der Londoner Ausstellung enthaltenem Muster gefertigt.

Die Fig. 212 stellt ein amerikanisches Feldbett dar, das, sammt Bettwerk, in ganz kleinen Koffer verpackt und auf Reisen leicht nachgeführt

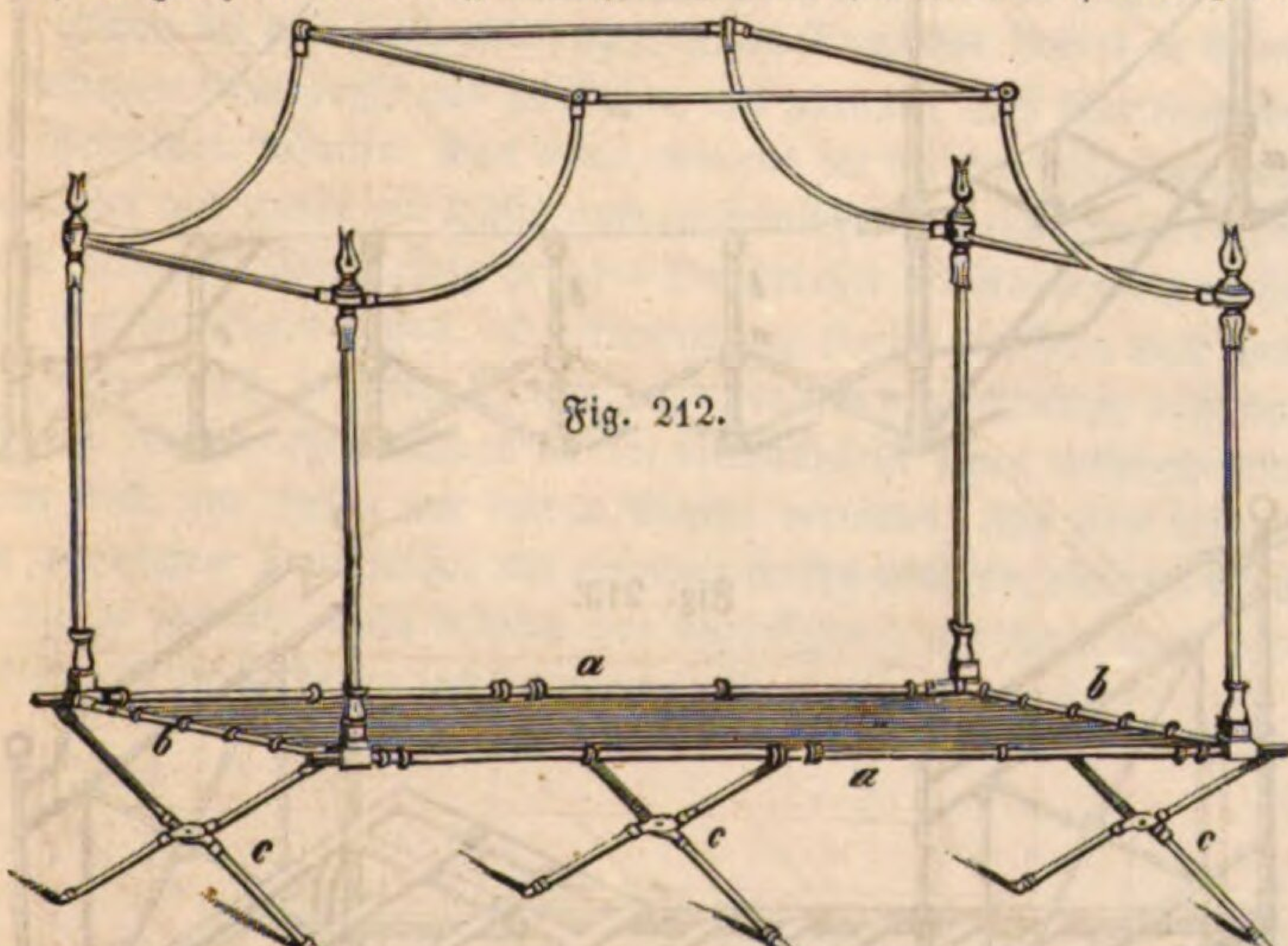


Fig. 212.

werden kann. Wir sahen und skizzirten dasselbe in der Londoner Ausstellung von 1851. Die Eckpfosten a... bestehen aus Hülsen von Messing, welche sich perspektivartig in einander verschieben lassen, die unteren Röhren haben einen Durchmesser von 13 Linien; die dünnen oberen Stäbe sind massiv. Die Stützen bb haben einen Zoll im Durchmesser, sie sind, sowie die Eckstäbe, mit verschiebbaren Hülsen cc... versehen, welche mit den Füßen der Stäbe durch Holzstäbchen von 4''' Breite und 6''' Höhe mittelst Oesen verbunden sind; wie die Abbildung zeigt. An den oberen Enden der Stützen b befinden sich Oesen, in welche ein starkes Tuch d eingenäht wird, das dem Bett als Unterlage dient. Man sieht nun leicht,

wie sich die ganze Bettstelle dicht zusammenlegen läßt. Das Unterbett besteht aus einer Kautschuckmatratze und eben solchem Kissen; beide Theile können mittelst eines kleinen Blasbalgs aufgeblasen werden. Zu dem Zweck sind Matratze und Kisse je an einer Ecke mit luftdicht schließenden verstellbaren Hähnen versehen, durch die man die Luft ein- und auslassen kann. Wird die Luft ausgelassen, so kann man Matratze und Kissen zu-

Fig. 212.

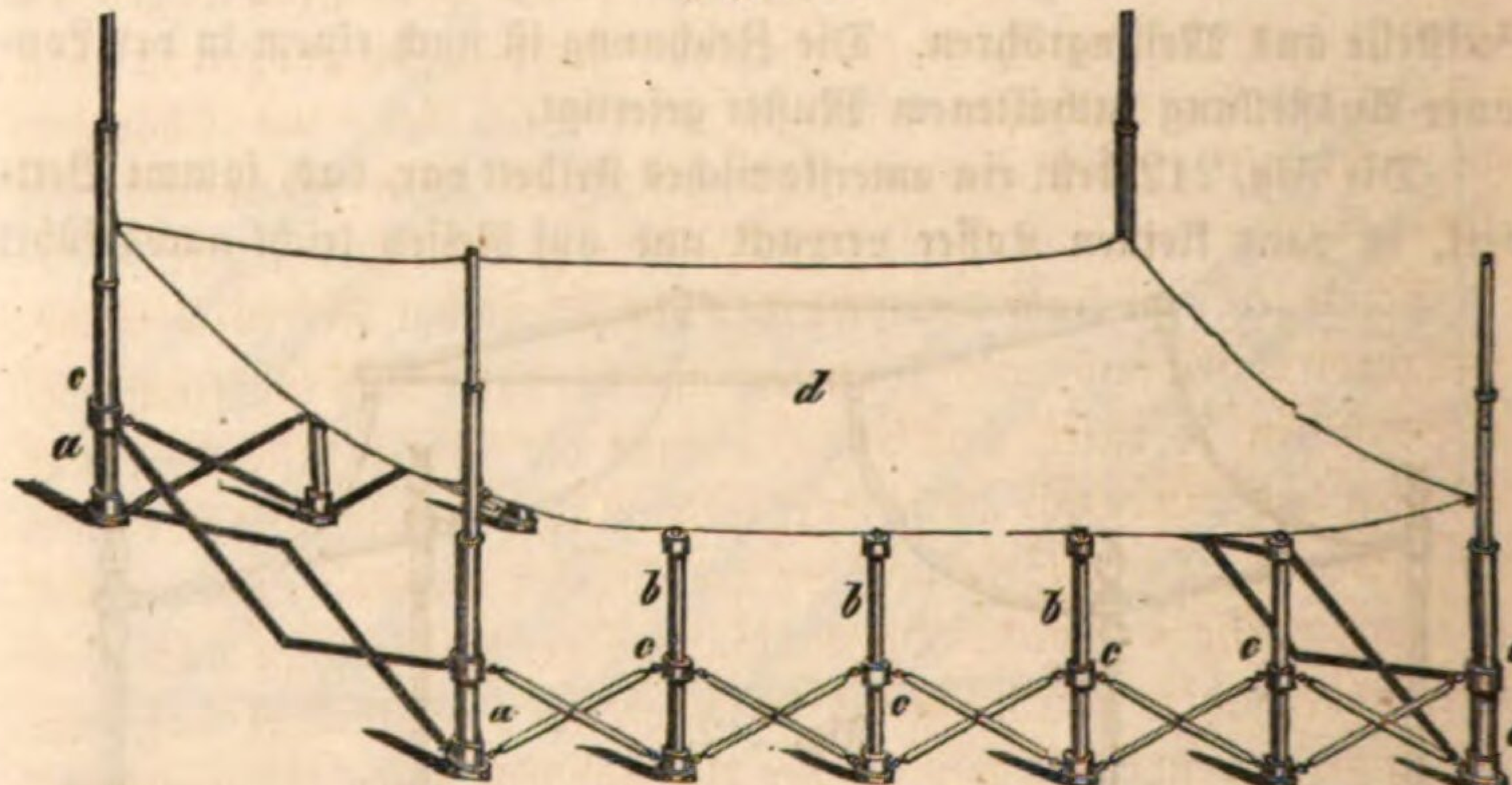
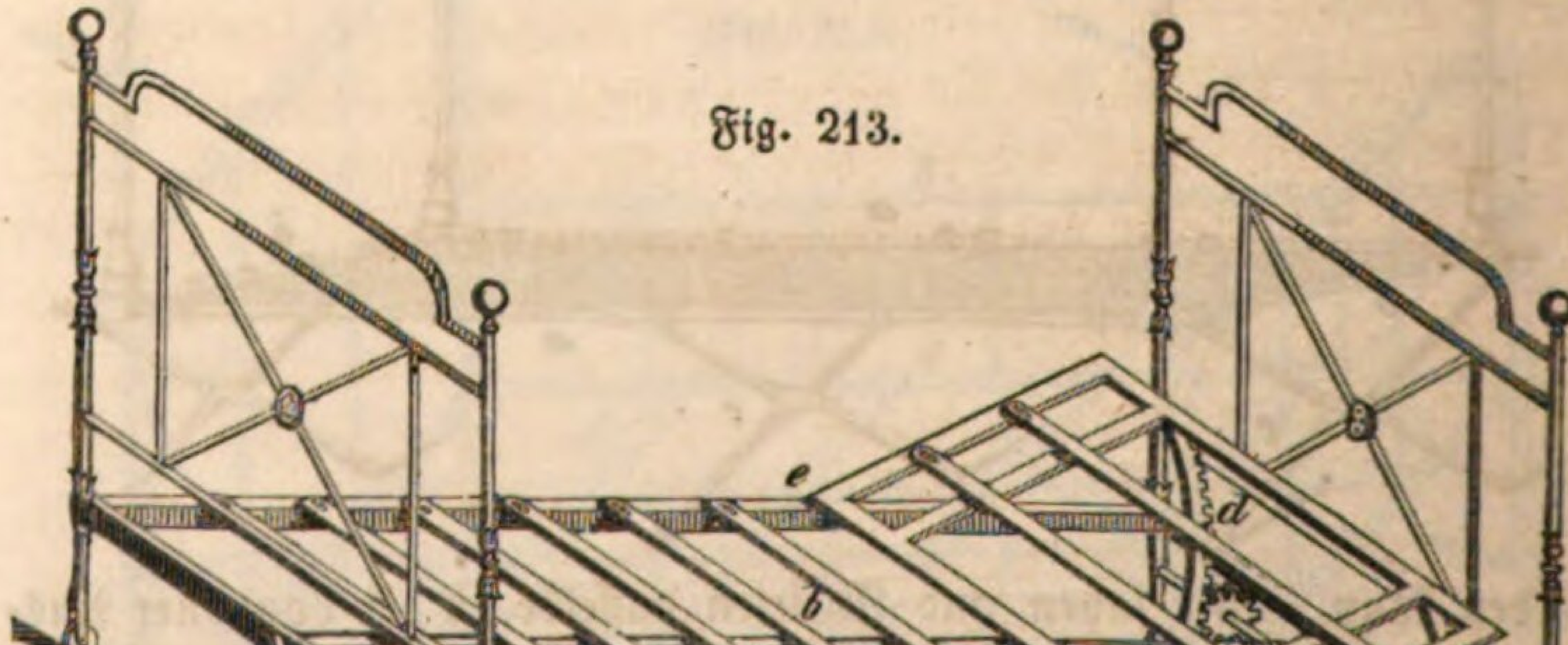


Fig. 213.



sammenlegen und sie nehmen dann einen sehr kleinen Raum ein. Auf die Kautschuckmatratze kommt als Unterlage für den Ruhenden eine wollene Decke und Leintuch. Zum Zudecken benutzt man ebenfalls eine wollene Decke.

In Fig. 213 ist noch, in $^1/_{30}$ der nat. Größe, eine Bettstelle dargestellt, welche ein beliebiges und allmähliges Erhöhen des Kopftheils

gestattet. Denken wir uns die hier angebrachte Mechanik weg, so haben wir die gewöhnliche Form der in London gebräuchlichen eisernen Bettstellen. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß durch Drehen der kleinen Kurbel a, welche am Fußende der Bettstelle angebracht ist, die am Ende der Kurbelstange b angebrachte Schraube ohne Ende in einen Trieb eingreift, der auf der Welle c festsitzt und diese somit dreht. Auf derselben Welle sind noch 2 andere Triebe aufgekeilt, welche in die Zahnbogen d d eingreifen und dieselben heben oder senken. An den Zahnbogen ist oben ein Theil des Bettengerüstes befestigt, welches sich bei e um Charniere dreht und somit gehoben oder gesenkt werden kann. Wir haben auch diese Bettstelle in der Londoner Gewerbeausstellung gesehen und skizzirt.

Schon seit dem Jahr 1829 wurden von **Grandillot Frères & Comp.** in Besançon Erzeugnisse aus Hohleisen, und darunter auch Gartenmoebel und Bettstellen, fabricirt. Das Eisen, woraus die Röhren bestanden, war Bandeisen und wurde mit Hülfe einer mechanischen Vorrichtung um einen Dorn gebogen. Die Stärke und der Durchmesser der Röhren richtet sich nach dem jeweiligen Zweck. Die Verbindung der Röhrenstäbe nach ihrer Länge, oder auch in einem Winkel, wird dadurch bewerkstelligt, daß man in die zu verbindenden Röhren an der Verbandstelle einen entsprechenden Dorn steckt und diesen mit beiden Röhren vernietet. Wo zwei Röhren von ungleichem Durchmesser auf einander treffen wird die dünnere durch die dickere gesteckt. Auch Röhren von viereckigem Querschnitt kann man in dieser Weise herstellen und zu eisernen Moebeln verwenden.

Siebenter Abschnitt.

Von den eisernen Dachverbindungen.

Zur Ableitung des Regen- und Schneewassers von dem Innern der Gebäude werden dieselben bekanntlich mit mehr oder weniger geneigt gestellten Dachflächen überdeckt. Die Dachflächen müssen von einem dauerhaften, wasserdichten Material hergestellt und so eingedeckt werden, daß sie Regen- und Schneewasser schnell ableiten und demselben keine Gelegenheit zum Eindringen in das Innere des Gebäudes geben. Zur Unterstützung der Dachflächen und Festhaltung derselben in der ursprünglich ihnen angewiesenen Form und Lage dient der sogenannte Dachstuhl, oder die Dachverbindung. Sind innerhalb der Umfangswände des Gebäudes feste Stützpunkte durch Scheidemauern, oder Säulen zur Unterstützung der horizontalen Decken gegeben, so können für die Dachconstruction diese Stützpunkte benützt werden. Das Gesammtgewicht der Dachflächen und ihrer zufälligen Belastung durch Schnee 2c. wird dann auf die Umfangsmauern und die innerhalb derselben befindlichen festen Stützpunkte vertheilt. In vielen Fällen soll jedoch der innere Raum ganz hohl und unversperrt durch Schiedwände, oder Säulen, bleiben; dann kann das Dachwerk nur auf den Umfangswänden, oder auf Endpfeilern und Säulen, aufruhen. Wird in diesen Fällen eine horizontale Decke *nicht* verlangt, so bildet die Dachconstruction in der Regel ein *Sprengwerk*. Soll aber eine horizontale Decke unter den Dachflächen gebildet werden, so muß dieselbe — bei weiten Spannweiten und da sie nicht von unten unterstützt werden kann — von oben an das Dachwerk *aufgehängt* werden. Die Dachconstruction erfüllt dann einen doppelten Zweck und wird zum *Hängewerk*.

Die Neigung der Dachflächen wird theils durch die Art der Eindeckung derselben, theils durch die Dachconstruction, oder auch dadurch bedingt, daß der Dachraum zu bestimmten Zwecken verwendet werden soll.

Bei Schieferbedachungen darf die Neigung der Dachflächen nicht geringer sein als circa 20—22 Grad; oder, es soll die Höhe des Dachs, bei zweiseitig gegeneinander gestellten Dachflächen, nicht weniger als $^1/_5$ der Spannweite betragen. Weniger geneigte Schieferdächer lassen Schnee und Regen zwischen den Fugen der Schiefer, namentlch bei der Einwirkung starker Winde, durchtreten. Ziegeldächer müssen steiler angelegt werden; hier soll die Dachhöhe nicht unter $^1/_3$ der Spannweite betragen. Metalldächer von Zink- oder Eisenblech kann man viel flacher anlegen, namentlich wenn die nach der Längenrichtung der Dachflächen laufenden Fugen verlöthet werden. Es genügt dann eine Neigung von 2—5 Zoll auf 100 Zoll.

Früher wurden die Dachstühle und Dachverbindungen ausschließlich von Holz construirt. Bei älteren Dachverbänden finden sich sogar Beispiele wo alles Eisenwerk vermieden und selbst die Schrauben und Bolzen zum Zusammenhalt der Holzverbindungen durch hölzerne Keile und Nägel ersetzt sind. Die Ueberdeckung großer freier Räume mit Holzwerk bot mannichfache Schwierigkeiten; sie erheischte wenigstens verhältnißmäßig hohe Dächer. In neuerer Zeit sind diese Schwierigkeiten durch die Anwendung des Eisens als Constructionsmaterial für die Dachverbände und als Deckmaterial wesentlich erleichtert worden. Zunächst wurde das Holz nur theilweise durch Schmiedeisen, und da ersetzt, wo die Balken auf absolute Festigkeit und in großen Längendimensionen angewendet wurden. Derartige Constructionen finden sich in Deutschland und anderen Ländern bei Eisenbahn- und Waarenhallen in großer Zahl. Auch Verbindungen von Holz mit Gußeisen kommen namentlich in Amerika, häufig vor. Die nicht behauenen, sondern geschnittenen Verbandhölzer, welche insgesammt von nicht sehr beträchtlicher Länge, dabei schmal und hoch sind, werden hier nur auf die erforderliche Länge zugeschnitten und an ihren Enden in gußeiserne Schuhe oder Glieder (castings) gesteckt und verschraubt. Die Construction bildet ihrer Wesenheit nach in der Regel ein Netzwerk von Dreiecken, das aus kurzen Holzstücken gebildet wird, welche an ihren End- und Kreuzungspunkten in gußeisernen Schuhen oder Kästchen stecken und hier verschraubt werden. Wir können hier nicht näher auf diese Constructionen eingehen und müssen uns darauf beschränken, nur Einiges über ganz eiserne Dachverbindungen aufzunehmen. Solche eiserne Verbände werden in England und Frankreich in der Neuzeit vielfältig und jetzt auch mehr und mehr in Deutschland angewendet; sie sind bis zu

einem gewissen Grad feuersicher, zierlich und kommen in vielen Fällen und an vielen Orten nicht viel theurer als hölzerne Dachverbände.

Für eiserne Dachverbände lassen sich verschiedene Systeme in Anwendung bringen, und es kann die Construction entweder überwiegend aus Gußeißen, oder aus einer Verbindung von Guß- mit Schmiedeisen, oder ganz aus Schmied- (Walz)-Eisen hergestellt werden. In Nachstehendem sind an einigen ausgeführten, durch technische Zeitschriften bereits veröffentlichten Beispielen derartige Constructionen erläutert, da es hier zunächst darauf ankommt, praktisch Bewährtes mitzutheilen.

Dachverbände mit gusseisernen Hauptsparren können bei Kuppeln, Thürmen und bei flachen Dächern angewendet werden. Die Gesperre werden aus einem oder mehreren Theilen gegossen; in letzterem Falle zusammengeschraubt und dann unter einander durch Querverbindungen von Guß- oder Schmiedeisen verspannt. Wir geben in Nachstehenden nur 2 einfache Beispiele für offene Waarenhallen.

Fig. 214 stellt die Ansicht einer kleinen offenen Ladehalle in $^1/_{80}$ der nat. Größe dar, welche 1853 am Mainufer in Würzburg aufgestellt und von Hüttenmeister F. Euler in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1858, S. 101, beschrieben ist. Die Spannweite — Entfernung der gegenüberstehenden Säulen, von Mittel zu Mittel — beträgt 5,7 Meter (228 hess. Zoll). Die Säulen a a stehen mit Zapfen in Sockelsteinen; sie bestehen, wie die Bundträger b b aus Gußeisen. Die Bundträger b sind oben bei c zusammengeschraubt und unten durch die schmiedeiserne Stange d, welche beiderseits festgeschraubt ist, verbunden. Die Verbindung der Säulen mit den Bundträgern zeigt Fig. 215 in größerem Maßstab. Eine Schraube e faßt unten mit einer Schließe f die Säule, und, durch das Kapitäl durchgehend, mit einer Mutter g den Bundträger b. Die Console h ist an dem Kapitäl festgegossen und stellt durch die Schraube i eine Dreiecksverbindung nach der Richtung der Giebelseite her. Die Firstschiene k, in Fig. 216 für sich dargestellt, besteht aus Gußeisen; die Langschienen l . . haben die T-Form und bestehen aus Schmiedeisen. Die Dachflächen sind mit Wellenblech gedeckt, welches auf den Langschienen und der Firstschiene angenietet wird. Die Säulen stehen mit den Quergesperren 4,85 Meter (194 hess. Zoll) von einander entfernt; auf welche Entfernung sich die Langschienen freitragen. Von den beiden Ecksäulepaaren gehen Windruthen an den nächsten Firstpunkt des zweiten Gesperrs. Hierin besteht die ganze Dreiecksverbindung nach der Länge, welche aber vollkommen genügt, da durch die Langschienen und

das festgenietete Wellenblech das Ganze doch eine starre Verbindung wird. Die Hauptgewichte sind: eine Säule mit Kapitäl 306 Pfd.; ein Bundträger 225 Pfd.; eine Firstschiene 388 Pfd.; ein vollständiges Gesperre und Schrauben, 3 Windruthen 634 Pfd. Im Ganzen wurden verwendet:

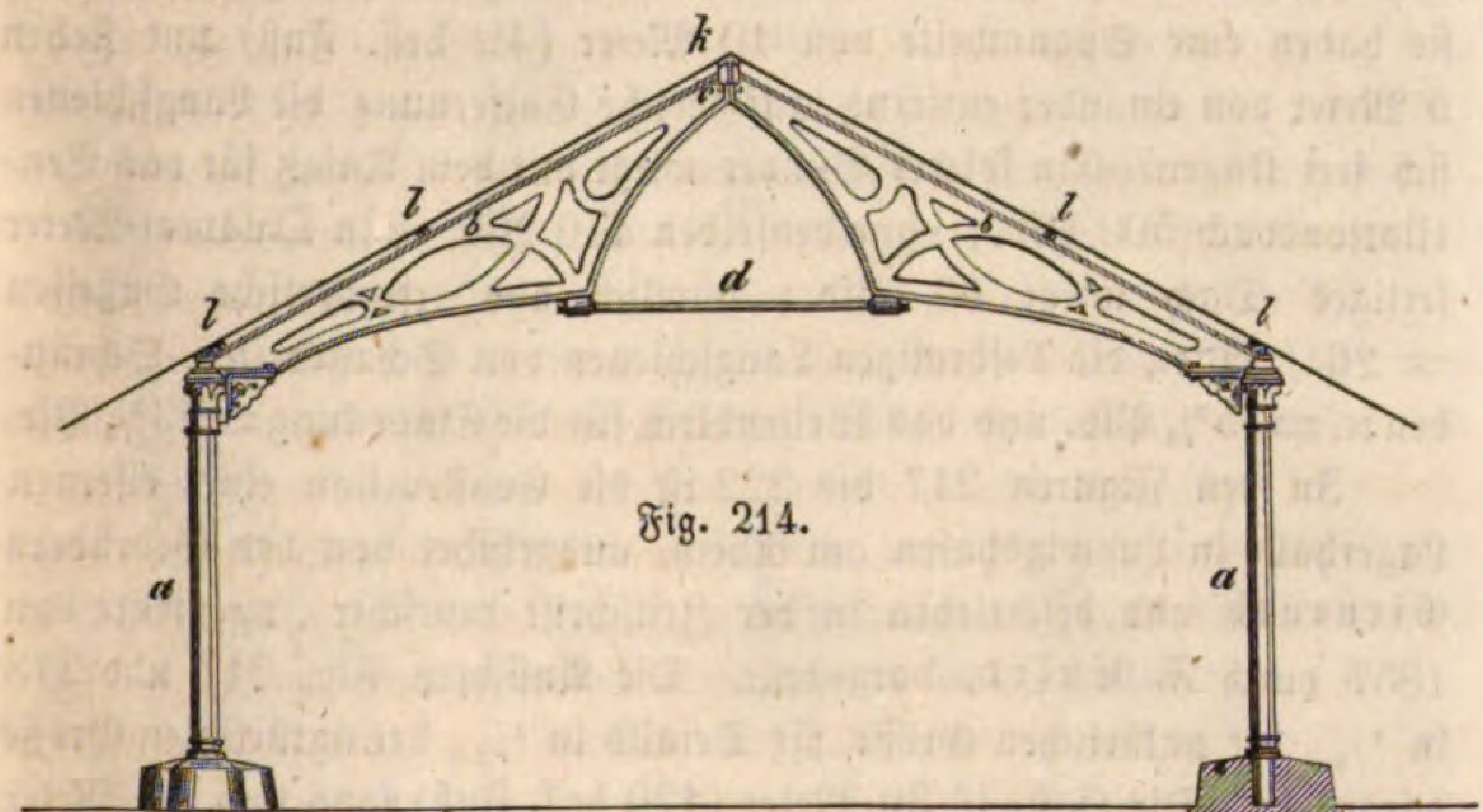


Fig. 214.

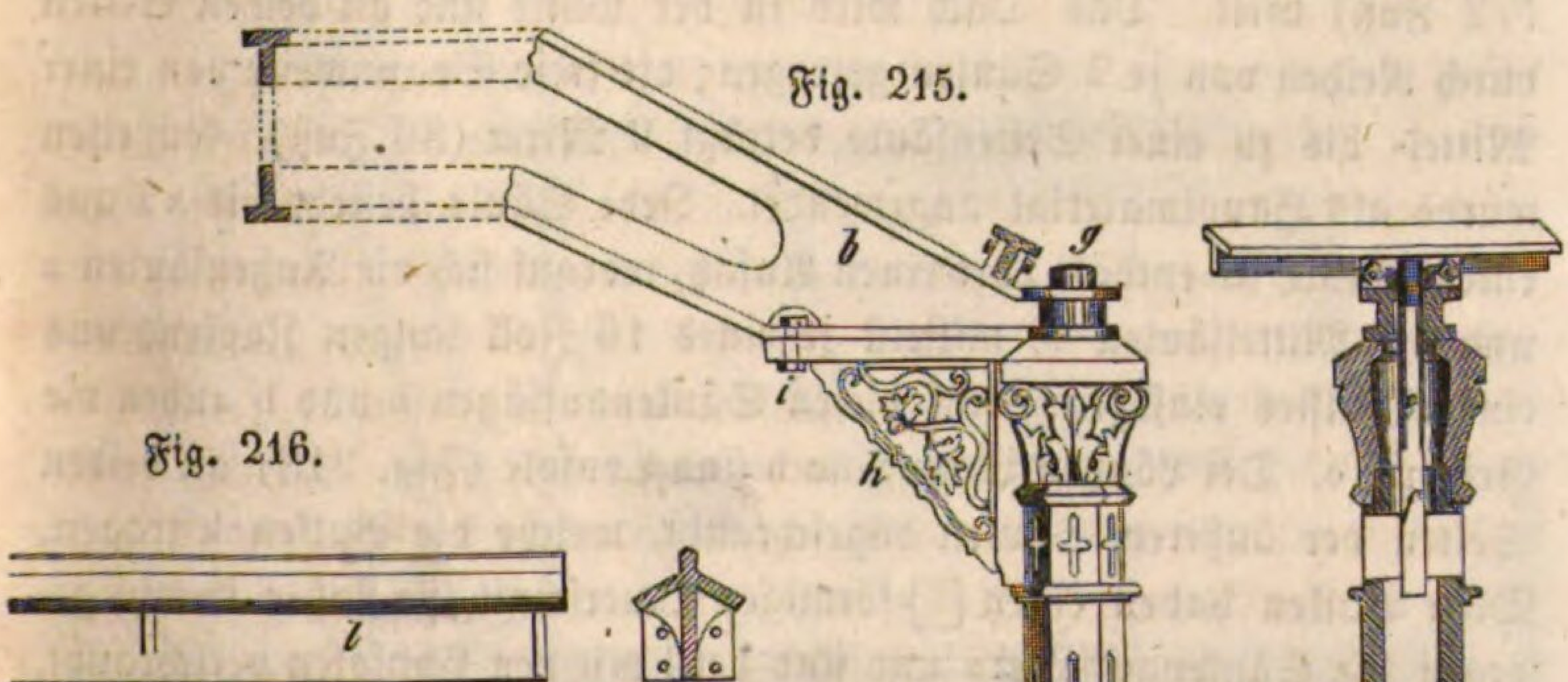


Fig. 215.

Fig. 216.

Gußeisen	8360 Pfd. od.	55,7 Proz. d. Totalgewichts.
T=Schienen	2144 " "	14,3 " " " "
Schrauben u. Windruthen	469 " "	3,1 " " " "
Wellen= und Firstblech	4044 " "	26,9 " " " "
Zusammen:	15017 Pfd. od.	100 Proz. d. Totalgewichts.

Bei 185 Quadrat=Meter bedeckter Oberfläche kommen also auf den Quadrat=Meter 81 Pfd. Eisen.

Nach demselben System wurden von F. **Euler** auch Dächer mit größeren Spannweiten, insbesondere über den Retortenhäusern der Gasfabriken in Darmstadt, Würzburg, Coburg ꝛc. ausgeführt. Die Bundgesperre sind oben mit einem Ansatz für ein Ventilationsdach versehen, sie ruhen auf den Umfangsmauern und sind mit den Mauerlatten verschraubt; sie haben eine Spannweite von 10 Meter (40 heff. Fuß) und stehen 5 Meter von einander entfernt, auf welche Entfernung die Langschienen sich frei tragen. Ein solcher Bünder wiegt mit dem Ansatz für das Ventilationsdach 500 Pfd.; ohne denselben 470 Pfd. Ein Quadrat-Meter fertiges Dach wiegt 66 Pfd.; nämlich das erforderliche Gußeisen $= 26^1/_2$ Pfd., die T-förmigen Langschienen von Schmiedeisen, Schrauben ꝛc. $= 15^3/_4$ Pfd. und das Wellenblech für die Eindeckung $= 23^3/_4$ Pfd.

In den Figuren 217 bis 222 ist die Construction einer eisernen Lagerhalle in Ludwigshafen am Rhein, ausgeführt von den Gebrüdern **Gienanth** und beschrieben in der Zeitschrift deutscher Ingenieure von 1857 durch F. **Euler**, dargestellt. Die Ansichten Fig. 217 und 218 in $^1/_{80}$ der natürlichen Größe, die Details in $^1/_{20}$ der natürlichen Größe dargestellt. Die Halle ist 30 Meter (120 heff. Fuß) lang und 18 Meter (72 Fuß) breit. Das Dach wird in der Mitte und an beiden Seiten durch Reihen von je 7 Säulen getragen; die freie Spannweite von einer Mittel- bis zu einer Seitensäule beträgt 9 Meter (36 Fuß). Gußeisen wurde als Hauptmaterial angewendet. Jede Säule besteht bis x x aus einem Stück, sie enthält dort einen Ansatz, worauf sich die Außensäulen a und die Mittelsäulen b, mittelst je eines 16 Zoll langen Zapfens und eines Wulstes einsetzen. Auf diesen Säulenaufsätzen a und b ruhen die Gesperre c. Der Längenrichtung nach sind Console (Fig. 218) an beiden Seiten der äußeren Säulen angeschraubt, welche die Balken k tragen. Diese Balken haben einen □-förmigen Querschnit, sie stoßen stumpf gegen die Säulenaufsätze a und sind bei l mit den Consolen verschraubt. Eine Blechplatte verbindet mit Schrauben die beiden benachbarten Balken und ist in der Mitte von einer dritten Schrauben gepackt, die durch den Säulenaufsatz und das Gesperre durchgeht und in die horizontale Spannschiene f eingreift. Jedes Gesperre wird aus 4 durchbrochenen Gußtheilen zusammengesetzt; je zwei nach jeder Dachfläche. Diese Theile sind bei dd zusammengeschraubt. Außer den Querschrauben d sind noch beiderseits die Stoßfugen mit Blechplatten e überdeckt und diese an die zu verbindenden Theile geschraubt. Die Gesperre setzen sich mit angegossenen Zapfen in die Aufsätze der Mittel- und Außensäulen. In die Außensäule

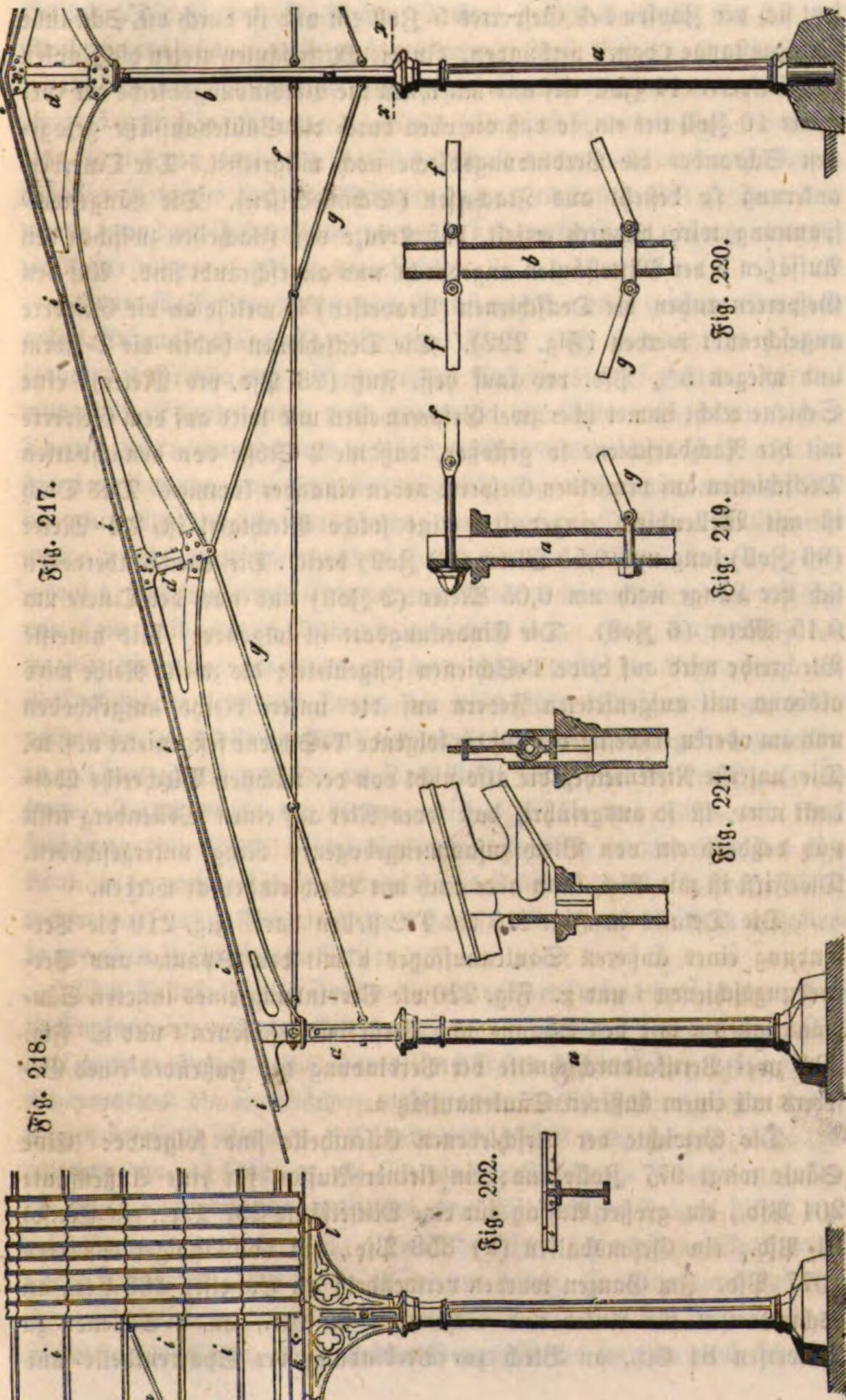


Fig. 217.

Fig. 218.

Fig. 219.

Fig. 220.

Fig. 221.

Fig. 222.

setzt sich der Zapfen des Gesperres 5 Zoll ein und ist durch die Schraube der Zugstange f damit verbunden. In die Mittelsäulen treten die Zapfen der Gesperre 14 Zoll tief und mit ihnen die Verbindungsbleche der Gesperre 10 Zoll tief ein, so daß die oben durch die Säulenaufsätze gezogenen Schrauben die Verbindungsbleche noch mitgreifen. Die Querverankerung fg besteht aus Flacheisen (Schmiedeisen). Die Längenverspannung wird dadurch erzielt, daß Kreuze von Flacheisen zwischen den Aufsätzen b der Mittelsäulen angebracht und angeschraubt sind. Auf den Gesperren ruhen die Deckschienen (Traversen) ii welche an die Gesperre angeschraubt werden (Fig. 222). Die Deckschienen haben die T-Form und wiegen 5³/₄ Pfd. pro lauf hess. Fuß (23 Pfd. pro Meter); eine Schiene reicht immer über zwei Gesperrweiten und wird auf dem Gesperre mit der Nachbarschiene so gestoßen, daß nie 2 Stöße von benachbarten Deckschienen auf demselben Gesperre neben einander kommen. Das Dach ist mit Wellenblech eingedeckt. Eine solche Blechtafel ist 2,4 Meter (96 Zoll) lang und 0,55 Meter (22 Zoll) breit. Die Bleche überdecken sich der Länge nach um 0,05 Meter (2 Zoll) und nach der Quere um 0,15 Meter (6 Zoll). Die Eindeckungsart ist folgende: Die unterste Blechreihe wird auf beide T-Schienen festgenietet; die zweite Reihe wird alsdann mit aufgenieteten Federn auf die untere Reihe aufgeschoben und am oberen Ende wieder auf die folgende T-Schiene festgenietet u. s. w. Die unterste Nietenreihe, die also nicht von der nächsten Blechreihe überdeckt wird, ist so ausgeführt, daß jedes Niet auf einen Wellenberg trifft und deßhalb ein von Blech zusammengebogener Ring untergeschoben. Die First ist mit Blei, kann aber auch mit Blech eingedeckt werden.

Die Details in Fig. 219 bis 222 stellen dar: Fig. 219 die Verbindung eines äußeren Säulenaufsatzes a mit den Spann- und Verstrebungsschienen f und g. Fig. 220 die Verbindung eines inneren Säulenaufsatzes a mit den Spann- und Verstrebungsschienen f und g. Fig. 221 zwei Vertikaldurchschnitte der Verbindung des Fußendes eines Gesperrs mit einem äußeren Säulenaufsatz a.

Die Gewichte der verschiedenen Eisentheile sind folgende: Eine Säule wiegt 977 Zollpfund; ein kleiner Aufsatz für eine Außensäule 201 Pfd., ein großer Aufsatz für eine Mittelsäule 297 Pfd., ein Consol 91 Pfd., ein Gesimsbalken (k) 358 Pfd., ein vollständiger Sparren 1077 Pfd. Im Ganzen wurden verwendet: an Gußeisen 466 Ctr., an Schmiedeisen für Anker und Schrauben 65 Ctr., an T-Schienen zu Traversen 81 Ctr., an Blech zur Verbindung der Sparrentheile und

Balken, Nr. $^3/_0$ der Blechlehre 12 Ctr., an Wellenblech Nr. 19 der Blechlehre 140 Ctr. Totalgewicht der ganzen Halle 764 Ctr. Der Flächeninhalt des bedeckten Raums beträgt 662 Quadrat-Meter, und erforderte hiernach 115 Pfd. Eisen pr. □ Meter, (Der hess. Quadrat-Fuß 1,8 Pfd.) Zur Aufstellung wurde ein Gerüst von Holz verwendet, das auf Walzen ruhte die ihrerseits auf Streckbäumen lagen; es kostete 351 Gulden und wurde nach dem Gebrauch wieder zu 217 fl. verkauft, so daß es also für die Aufstellung nur 134 fl. verursachte.

Beim Aufstellen wurde das Gerüst zuerst an der inneren Seite des ersten Gesperrs aufgestellt, mit seiner Basis nach Innen. Es wurden sodann die Säulen aufgerichtet und die Aufsätze darauf gesteckt. Hierauf wurde ein Sparren nach dem andern in der Mitte aus seinen beiden Theilen fest verbunden und von beiden Seiten mit einem Holzbalken zusammengebunden, an beiden Enden gleichzeitig aufgezogen, auf die Säulen aufgesetzt und die Verankerung angebracht. Dieses erste Gesperre wurde sodann abgestrebt und das Gerüst bis zum nächsten Gesperre weiter gewalzt, was von einem Gesperre zum anderen wiederholt wurde und immer innerhalb zweier Stunden geschehen war. Nach Aufstellung des zweiten Gesperres wurde es mit dem ersten durch die Schlaudern und T-Deckschienen (mit den kurzen, die nicht über 2 Gesperre wegreichten) verbunden, die Gesimsbalken k aufgelegt und die Säulen genau gerichtet, zu welchem Zweck das Loch im Sockelsteine einige Centimeter Spielraum hatte. Dann wurde der Raum zwischen Säule und Stein mit einer Mischung von Gyps, Eisenfeilspähnen und Essig in dünnflüssigem Zustand ausgegossen, die nach kurzer Zeit steinhart war. Auf diese Weise wurde das ganze Gerippe fertig aufgestellt und nun das Blech aufgelegt in der oben beschriebenen Weise.

Im Princip gleiche Construktionen mit der soeben Beschriebenen sind in England bei größeren Eisenbahn- und Markthallen ausgeführt. Anstatt gerader Gesperre mit ebenen Dachflächen werden auch bei größeren Spannweiten die Dachflächen nach flachen Kreisbögen angelegt, welche sich an der First schneiden. Die Gesperre ruhen ganz auf den Umfangsmauern oder auf Säulen; sie sind aus verschiedenen Stücken gegossen, die eine Art durchbrochener Balken oder gitterartiger Träger bilden und zusammengeschraubt werden; ihre Höhe richtet sich nach der Spannweite und der Belastung welche sie zu tragen haben, sie wird durchschnittlich 30—60 Zoll betragen und gewöhnlich an dem Fußende stärker als am Firstende genommen. Die beiden Gegengesperre werden durch schmied-

eiserne Zuganker nach verschiedenen Richtungen verspannt und auch wohl durch gußeiserne Stützsäulchen, welche auf die Knotenpunkte der schmiedeeisernen Zugbänder aufgesetzt sind, in ihrer Mitte gestützt. — Große eiserne Kuppeln und weit gespannte Dachverbände hat man, der Ausdehnung des Eisens bei wechselnden Temperaturen wegen, mit dem Mauerwerk nicht fest verbunden, sondern auf Rollen gesetzt, welche eine kleine Bewegung beim Ausdehnen und Zusammenziehen erleichtern.

Dachverbände mit schmiedeisernen Hauptgesperren werden entweder aus Flach- und Rundeisen oder nur aus Flacheisen construirt. Im Allgemeinen erhalten diese Verbände, je nach ihren Spannweiten, die in Fig. 223 bis 228 dargestellten Formen. Wir geben zunächst die in England üblichste Construction, wobei die Hängesäulen aus Rundeisen bestehen und entnehmen dem „Engineer's and Contractors Pocket book“ die nachstehenden Angaben für die Stärkeverhältnisse der einzelnen Theile (siehe auch Zeitschr. d. deutschen Ingenieurvereins v. 1858, S. 299). Die Dimensionen der einzelnen Theile der Construction, wie solche die nachstehende Tabelle angibt, sind sämmtlich auf die Spannweite des Daches bezogen. Die Spannweite lauft von 24—72 hess. Fuß (6—18 Meter). Die Höhe des Dachs ist überall zu $^1/_5$ der Spannweite angenommen. Die Abbildungen in Fig. 229 bis 235 zeigen die Anordnung der Dachverbände. Fig. 223 und 224 wendet man an für Spannweiten von 24—36 hess. Fuß; dabei ist in Fig. 224 der mittlere Hängebolzen vermieden und die Streben s sind von Gußeisen. Fig. 225 ist anzuwenden für Spannweiten von 36—48 Fuß (9—12 Meter), endlich Fig. 226 für Spannweiten von 48—60 Fuß (12—15 Meter). Für Spannweiten von 60 Fuß und darüber ist der einfach T-förmige Sparren Fig. 227 nicht solide genug gegen Seitenausbiegung und man wendet anstatt seiner Sparren an, welche einen Querschnitt haben, wie ihn Fig. 228 darstellt. Die Entfernung beider Sparren beträgt hier $1^1/_2$—2 Zoll, und werden dieselben durch zwischen gelegte Holzstücke und durchgezogene Nieten, oder auch durch entsprechende Gußstücke und Schrauben oder Nieten zu einem Ganzen verbunden. Die Zugstangen liegen in der Mitte bei allen diesen Constructionen über der Horizontalen; das Maß dieser Erhöhung beträgt überall $^1/_{40}$ der Spannweite, hiernach bei 24 Fuß = 6 Zoll und bei 72 Fuß = 18 Zoll. Die Hängestangen q ... sind in gleiche Abstände von einander gesetzt, so daß die Entfernungen D bei jedem Dachgesperre gleich groß sind; sie betragen z. B. bei 24 Fuß Spannweite

6 Fuß, bei 72 Fuß Spannweite 9 Fuß. — Die Dimensionen der nachstehenden Tabelle sind theils den best ausgeführten Constructionen entnommen, theils für einzelne Spannweiten berechnet. Dabei ist vorausgesetzt, daß die, alle unter einander gleichen Gesperre 72 Zoll von einander abstehen. Sollte dieses Maß aus Gründen 85 Zoll betragen oder gar überschreiten, so hat man die Sparren entsprechend zu verstärken.

Fig. 223.

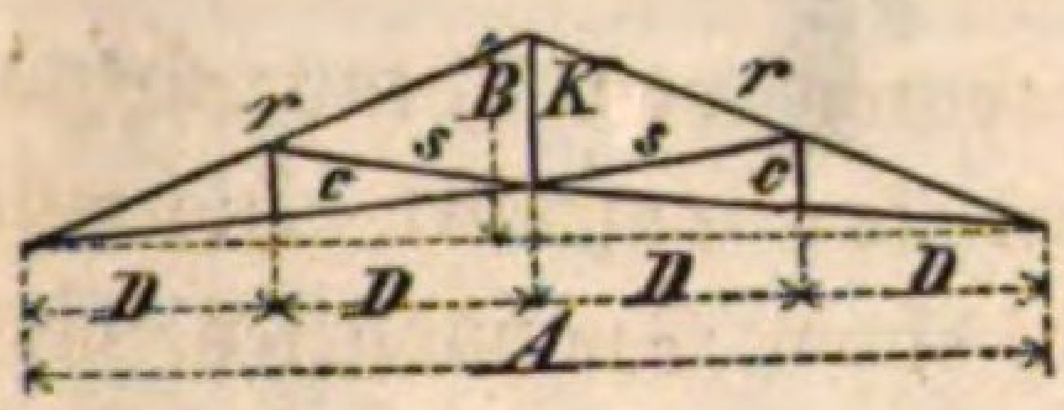


Fig. 224.



Fig. 225.

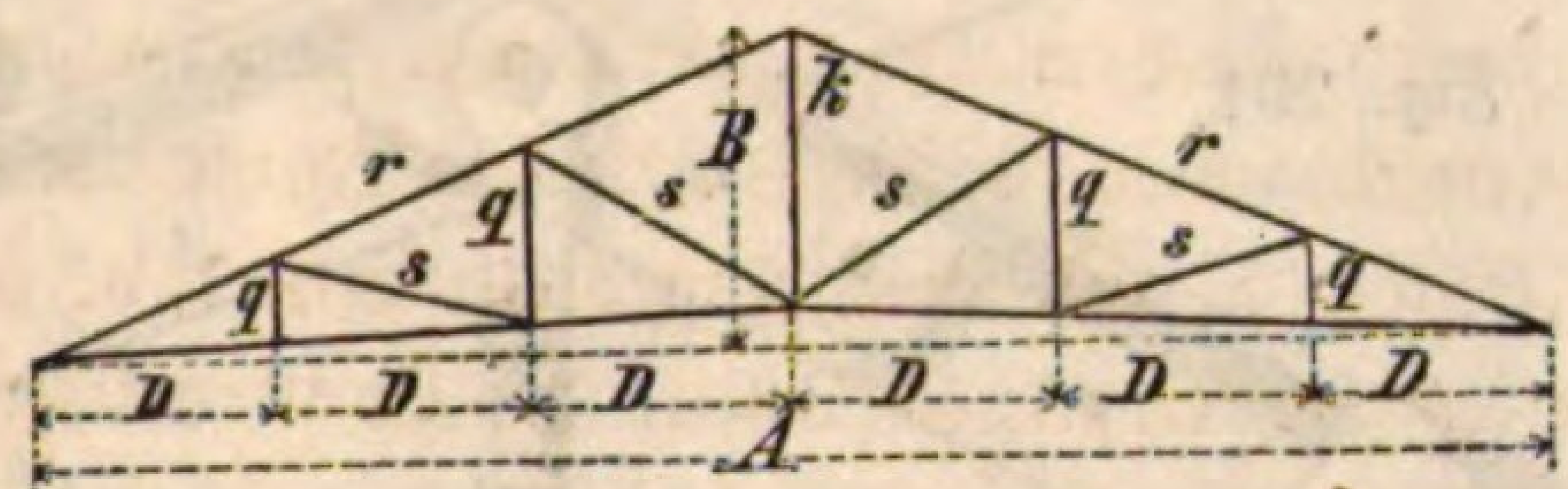


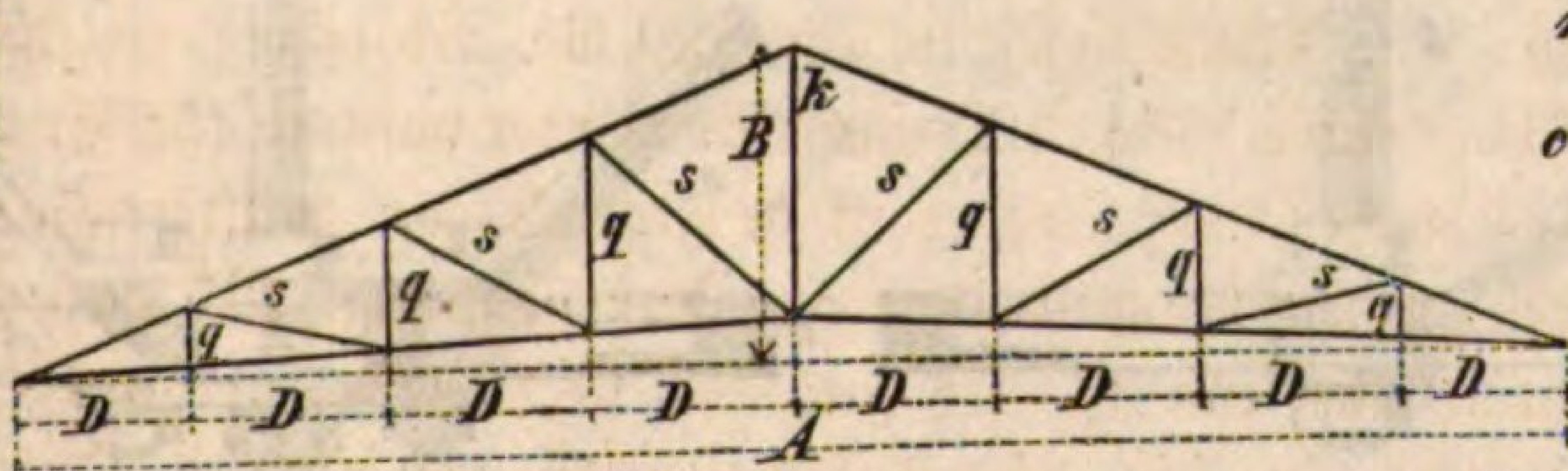
Fig. 227.



Fig. 228.



Fig. 226.



Die Details der Verbindungsstellen bei diesen Dachverbänden zeigen die Fig. 229 bis 235. Das Dach ist mit Eisenblech gedeckt. Fig. 229 u. 230 gibt in der Vorder- und Seitenansicht die Verbindung der Sparren r .. mit der mittleren Hängestange k und der Firstschiene. Fig. 231 zeigt die Verbindung einer Strebe s mit einer Seitenhängestange q und dem Sparren r. Fig. 232 u. 233 stellen die untere Verbindung der mittleren Hängestange k mit den Zugstangen c, den Streben s und den Zugstangen c′, welche eine Längeverspannung herstellen, dar. In Fig. 234 ist die Verbindung einer Seitenhängestange q mit der Zugstange c und einer Strebe s abgebildet. Endlich zeigt Fig. 235 den gußeisernen Schuh, in welchen die Enden des Sparrens und der Zugstange befestigt werden und der auf der Umfangsmauer des Gebäudes aufliegt.

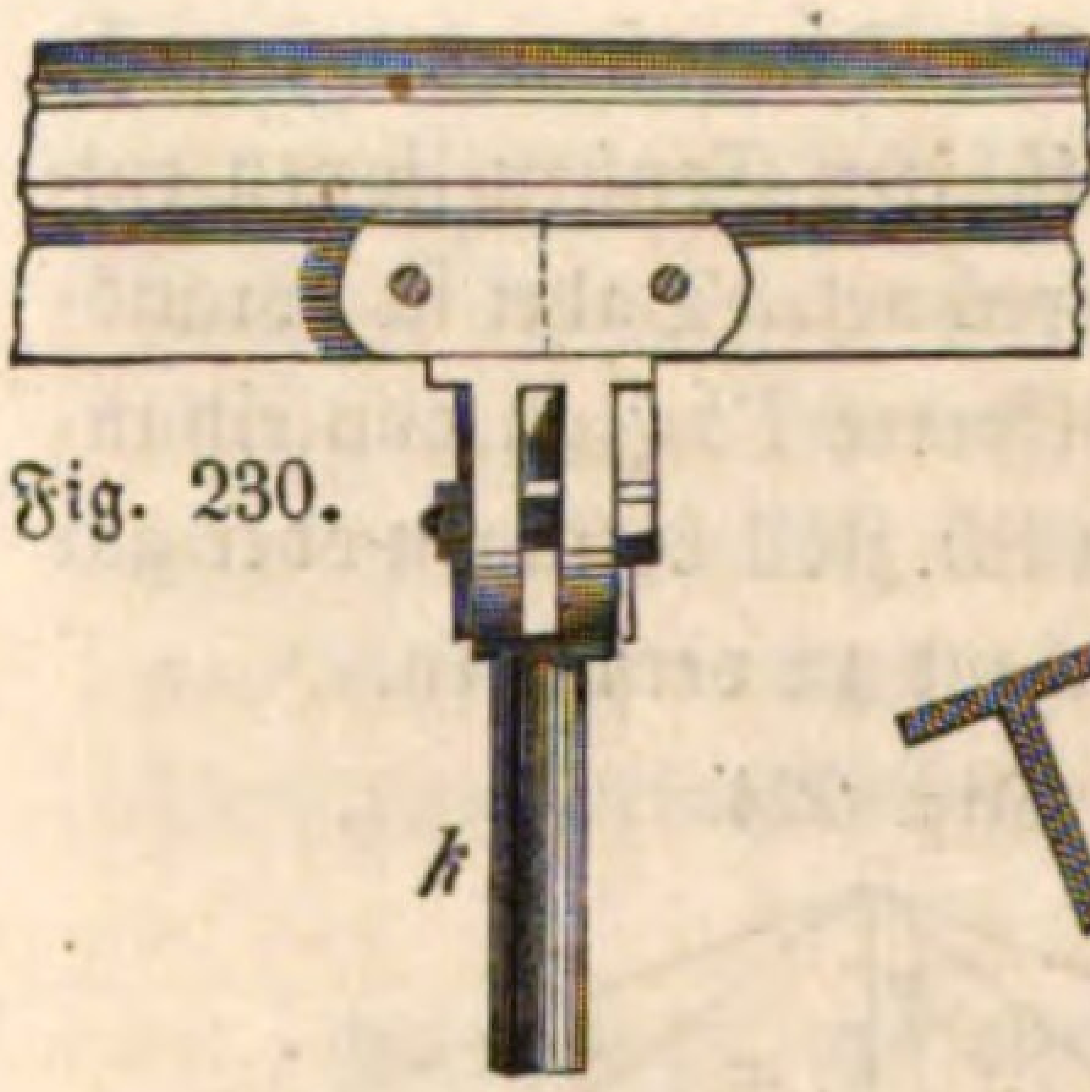


Fig. 230.

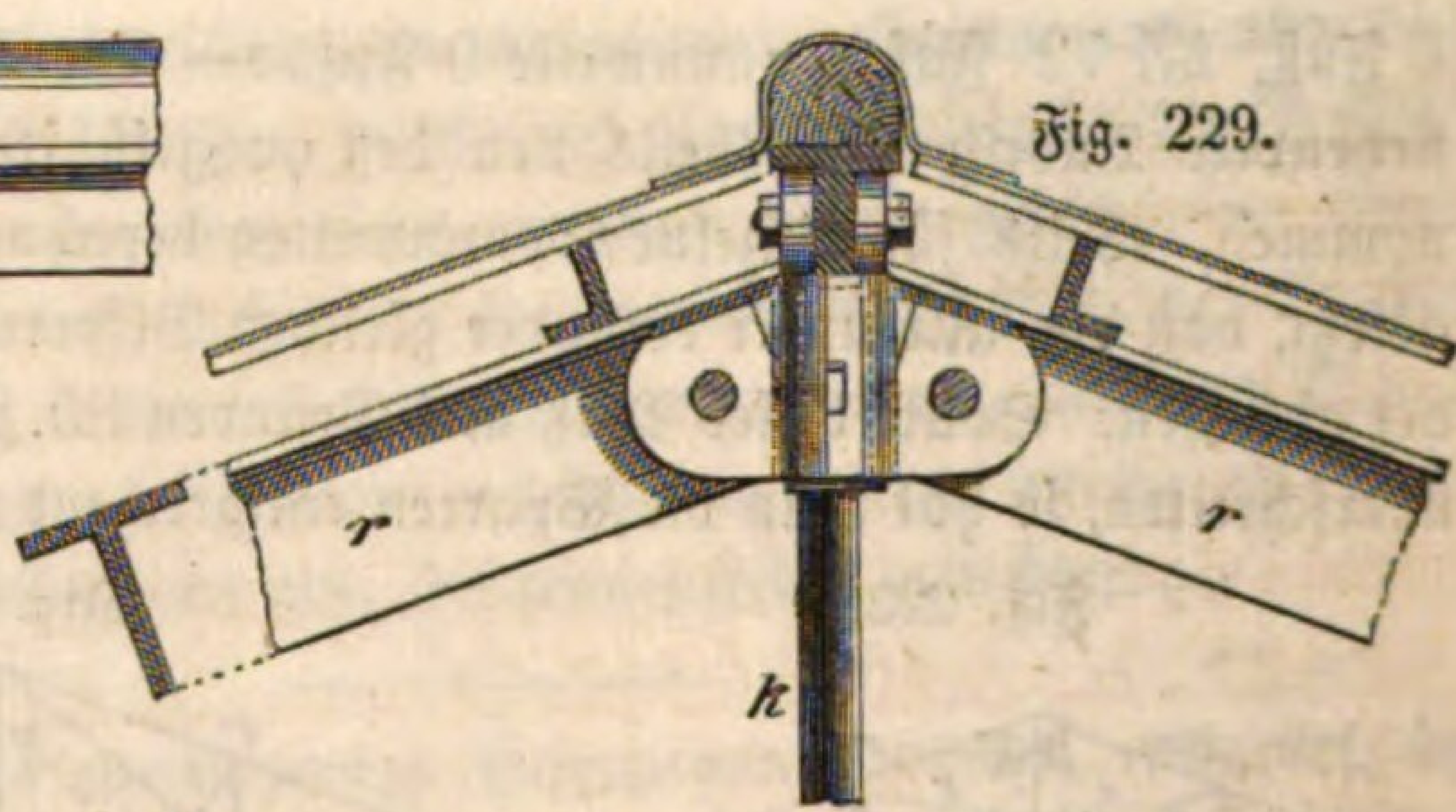


Fig. 229.



Fig. 231.

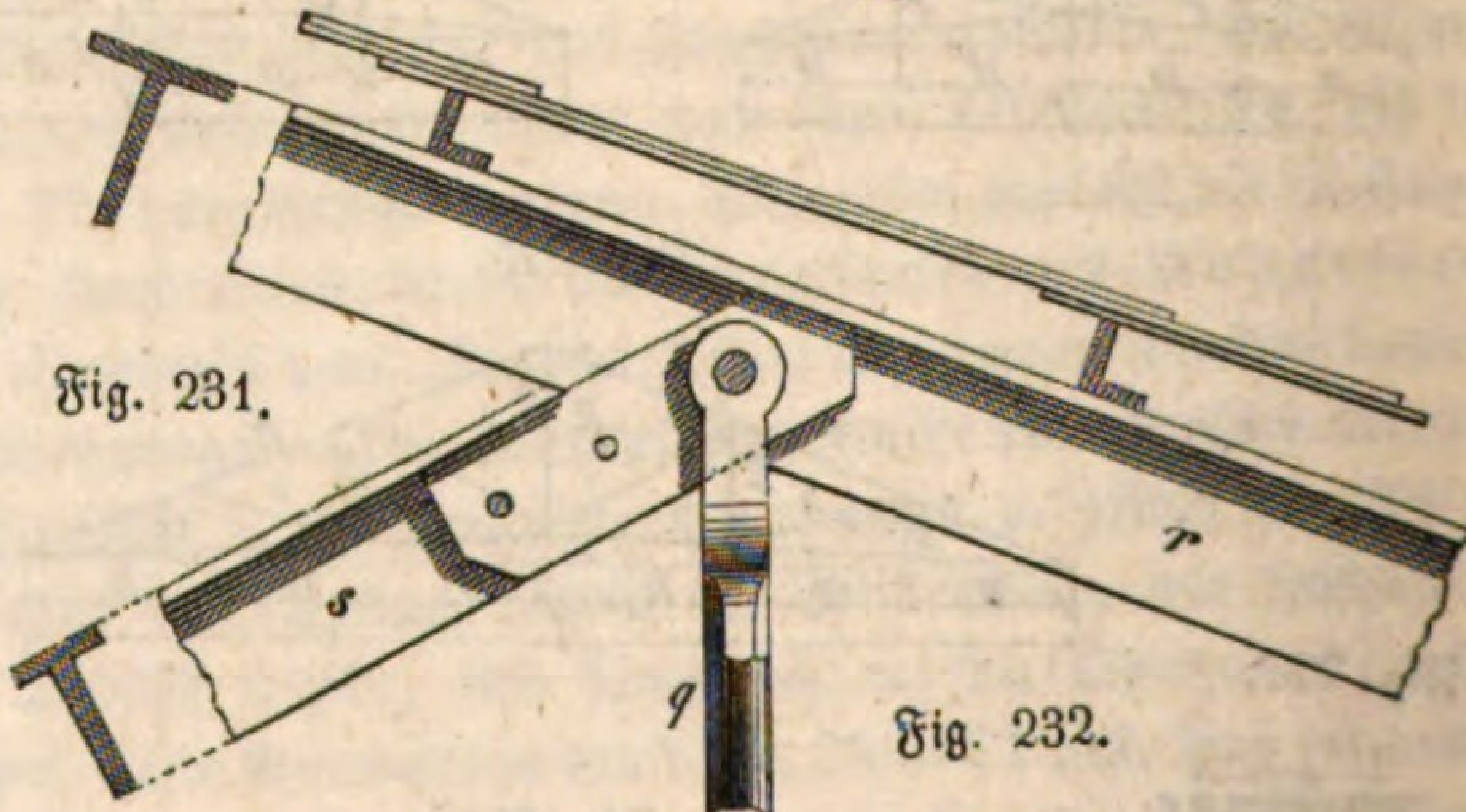


Fig. 232.

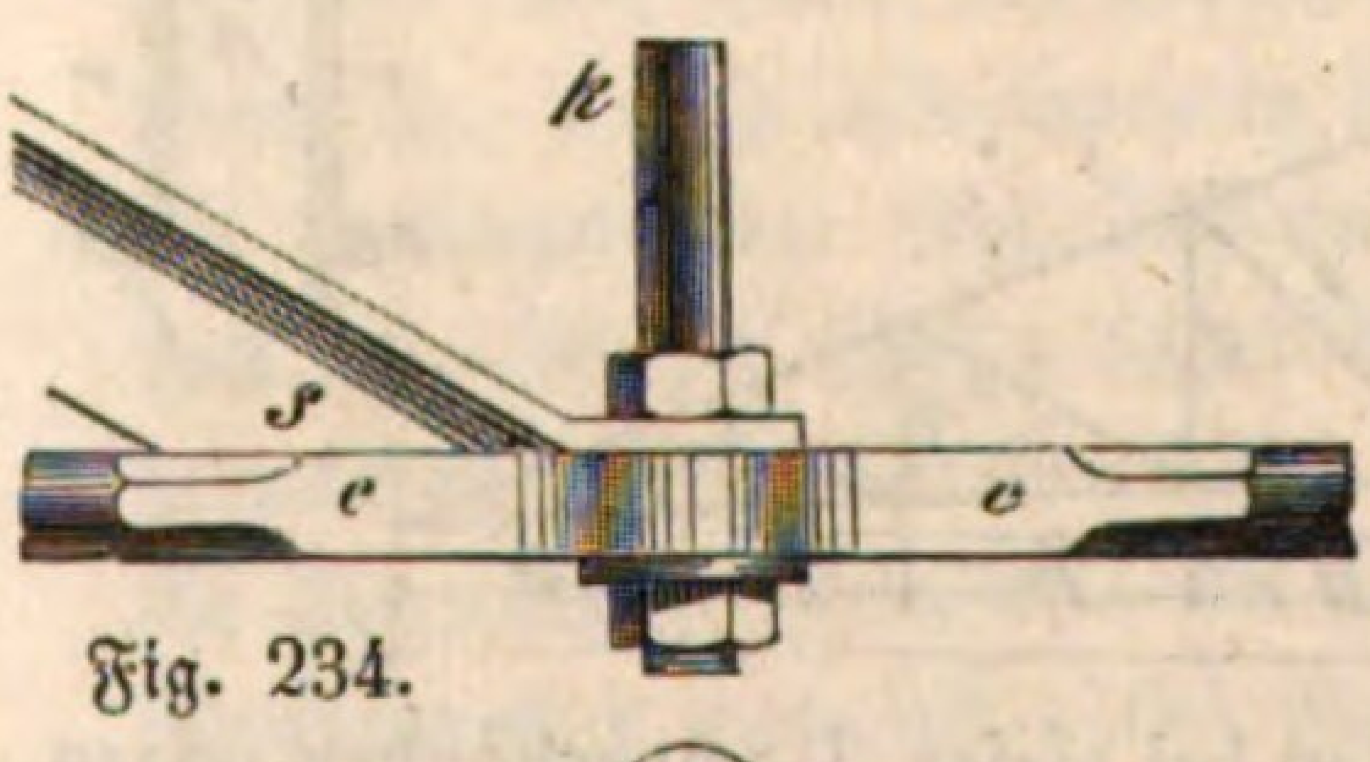


Fig. 234.

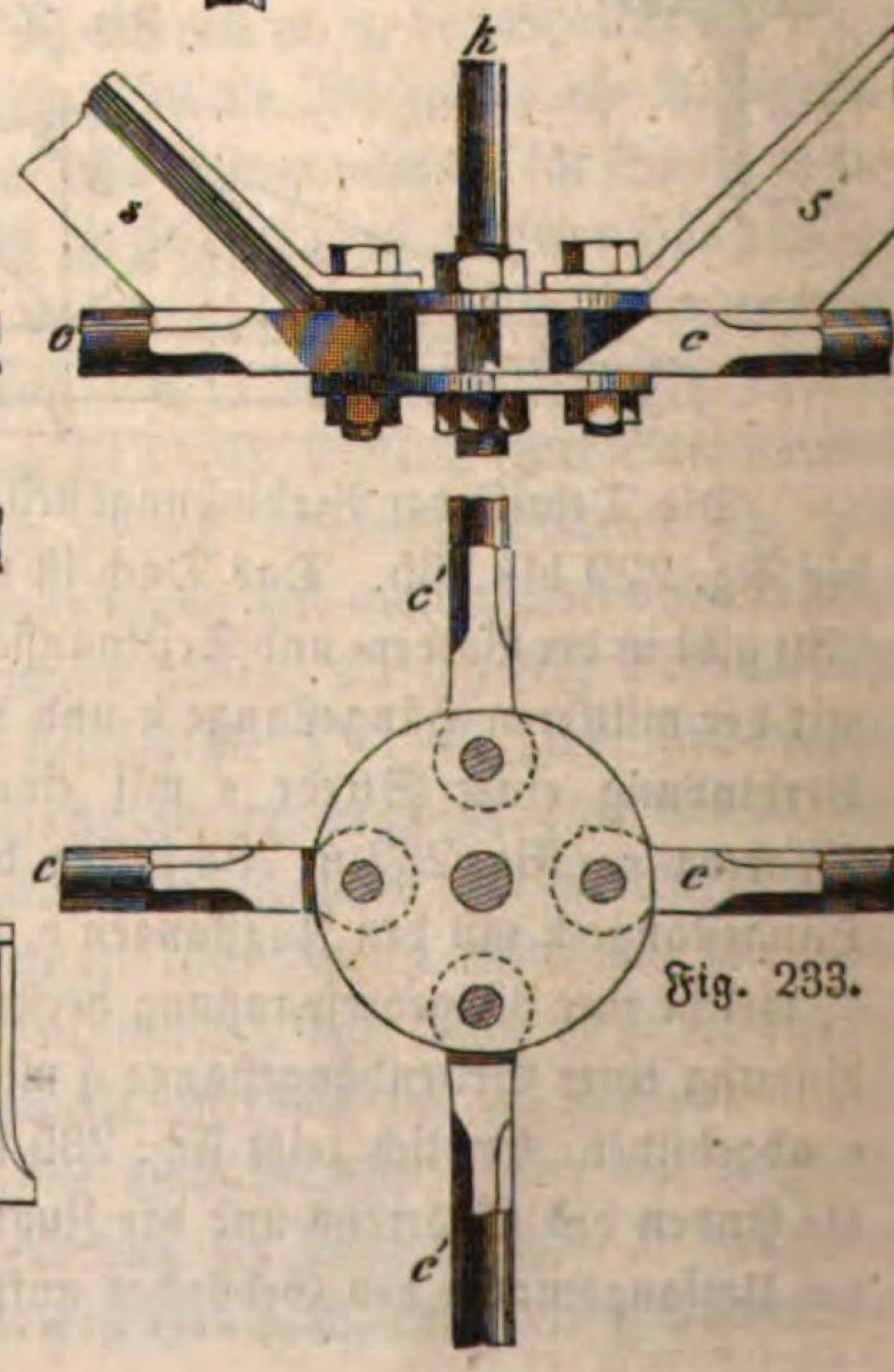


Fig. 233.

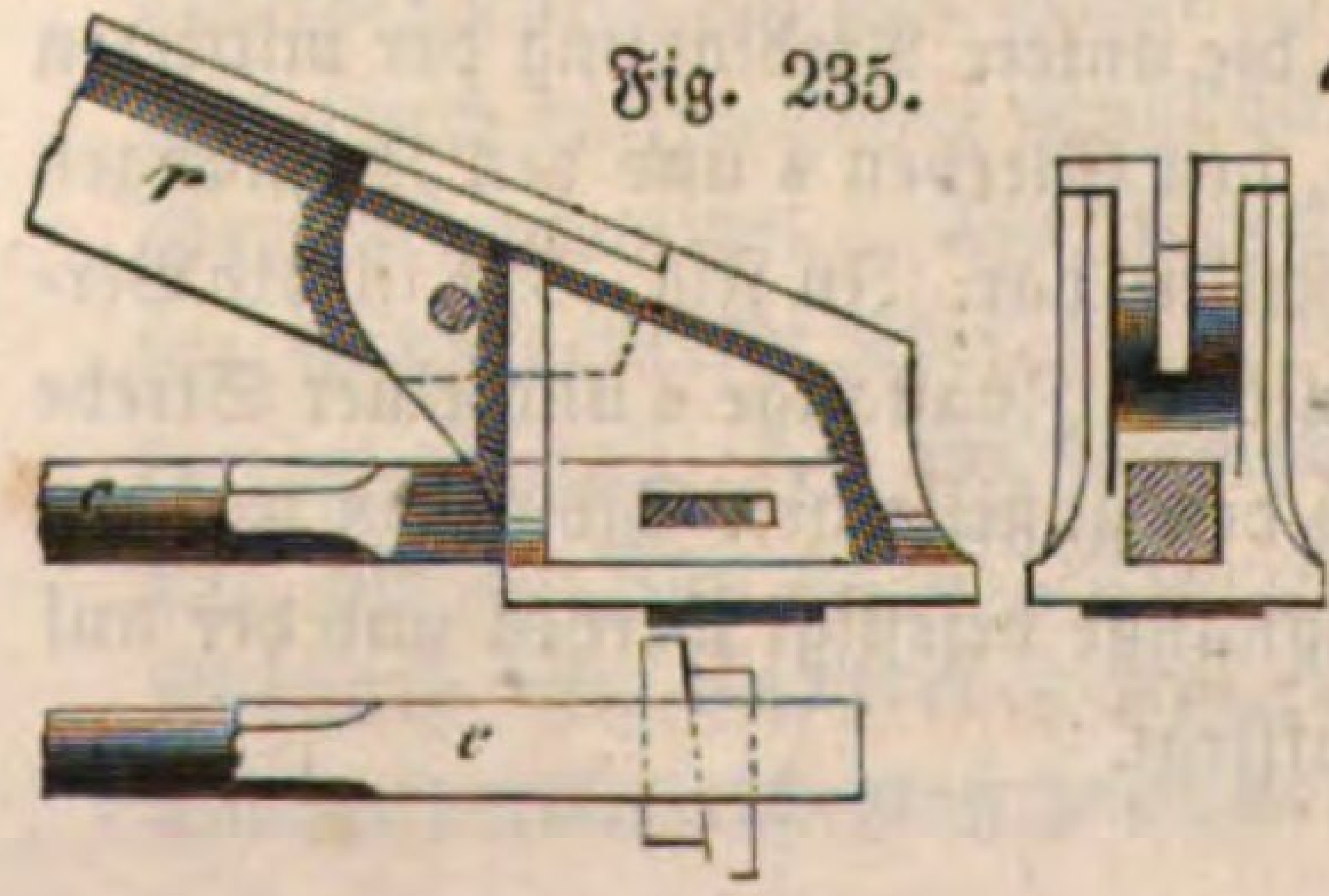


Fig. 235.

Tabelle über die Dimensionen der einzelnen Theile schmiedeiserner Dächer unter Anwendung von T-Eisen für Sparren und Streben bei Spannungen von 6—15 Meter und von Doppelsparren bei Spannungen von 15—18 Meter. Die Entfernung der Gesperre von einander beträgt 1 3/4 Meter.

Spannweite.		Dimensionen der Sparren r.				Dimensionen der Streben s.				Dimensionen der kreisförmigen Zug- und Hängestangen.				
A.		Breite der oberen Rippe w.	Dicke der oberen Rippe s.	Ganze Höhe des Sparrens d.	Dicke der Mittelrippe r.	Breite der oberen Rippe w.	Dicke der oberen Rippe s.	Ganze Höhe der Streben d.	Dicke der Mittelrippe r.	Zugstange t.	Mittlere Hängestange.	Seitliche Hängestangen erstes Paar.	Seitliche Hängestgn. zweites P.	S. Hängest. drittes P.
Meter	hess. Z.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Z ll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
6	240	2	1/4	2 1/2	3/8	1 1/4	1/4	1 1/2	1/4	3/4	5/8	1/2	—	—
6,3	252	2	1/4	2 1/2	3/8	1 1/4	1/4	1 1/2	1/4	3/4	5/8	1/2	—	—
6,6	264	2 1/4	1/4	2 3/4	3/8	1 1/2	1/4	1 3/4	1/4	7/8	3/4	9/16	—	—
6,9	276	2 1/4	1/4	2 3/4	3/8	1 1/2	1/4	1 3/4	1/4	7/8	3/4	9/16	—	—
7,2	288	2 1/2	1/4	3	3/8	1 3/4	1/4	2	1/4	1	7/8	5/8	—	—
7,5	300	2 1/2	1/4	3	3/8	1 3/4	1/4	2	1/4	1	7/8	5/8	—	—
7,8	312	2 1/2	1/4	3	3/8	1 3/4	1/4	2	1/4	1	15/16	11/16	—	—
8,1	324	2 1/2	5/16	3	3/8	2	1/4	2	1/4	1	15/16	11/16	—	—
8,4	336	2 1/2	5/16	3	3/8	2	1/4	2	5/16	1 1/8	7/8	3/4	—	—
8,7	348	2 1/2	3/8	3	3/8	2	1/4	2 1/4	5/16	1 1/8	7/8	3/4	—	—
9	360	2 1/2	3/8	3	3/8	1 3/4	1/4	2	5/16	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
9,3	372	2 1/2	3/8	3	7/16	1 3/4	1/4	2	5/16	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
9,6	384	2 5/8	3/8	3	7/16	1 3/4	1/4	2 1/4	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
9,9	396	2 5/8	3/8	3 1/4	7/16	2	1/4	2 1/4	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
10,2	408	2 3/4	3/8	3 1/4	7/16	2 1/8	1/4	2 1/2	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
10,5	420	2 3/4	3/8	3 1/4	7/16	2 1/4	1/4	2 1/2	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
10,8	432	3	3/8	3 1/2	1/2	2 1/4	1/4	2 3/4	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
11,1	444	3	3/8	3 1/2	1/2	2 1/4	5/16	2 3/4	3/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	—
11,4	456	3	3/8	3 3/4	1/2	2 3/8	5/16	2 3/4	3/8	1 1/4	1	3/4	5/8	—
11,7	468	3 1/4	7/16	3 3/4	1/2	2 3/8	5/16	2 3/4	7/16	1 1/4	1	3/4	5/8	—
12,0	480	3 1/4	7/16	4	1/2	2 1/2	5/16	3	7/16	1 1/4	1	3/4	5/8	—
12,3	492	3 1/4	7/16	4	1/2	2 1/4	1/4	2 3/4	3/8	1 3/8	1 1/8	7/8	3/4	5/8
12,6	504	3 1/4	7/16	4	1/2	2 1/4	1/4	2 3/4	7/16	1 3/8	1 1/8	7/8	3/4	5/8
12,9	516	3 1/4	7/16	4	1/2	2 3/8	5/16	2 3/4	7/16	1 3/8	1 1/8	7/8	3/4	5/8
13,2	528	3 1/2	7/16	4 1/4	1/2	2 3/8	5/16	3	7/16	1 3/8	1 1/8	7/8	3/4	5/8
13,5	540	3 1/2	7/16	4 1/4	9/16	2 3/8	5/16	3	7/16	1 3/8	1 1/8	7/8	3/4	5/8
13,8	552	3 1/2	7/16	4 1/2	9/16	2 3/8	5/16	3	7/16	1 1/2	1 1/4	1	7/8	3/4
14,1	564	3 3/4	7/16	4 1/2	9/16	2 3/8	5/16	3	7/16	1 1/2	1 1/4	1	7/8	3/4
14,4	576	3 3/4	7/16	4 3/4	9/16	2 3/8	5/16	3	7/16	1 1/2	1 1/4	1	7/8	3/4
14,7	588	3 3/4	7/16	4 3/4	5/8	2 3/8	5/16	3	7/16	1 1/2	1 1/4	1	7/8	3/4
15,0	600	3 3/4	7/16	4 3/4	5/8	2 1/2	3/8	3	7/16	1 1/2	1 1/4	1	7/8	3/4
15,3	612	4	3/8	5 1/8	1/4	2 1/2	3/6	3	1/2	1 5/8	1 1/4	1	7/8	3/4
15,6	624	4	7/16	5 1/8	1/4	2 1/2	3/8	3	1/2	1 5/8	1 1/4	1	7/8	3/4
15,9	636	4 1/4	7/16	5 1/8	5/16	2 1/2	3/8	3 1/4	1/2	1 5/8	1 1/4	1	7/8	3/4
16,1	648	4 1/4	1/2	5 1/4	5/16	2 1/2	3/8	3 1/4	1/2	1 5/8	1 1/4	1	7/8	3/4
16,5	660	4 1/2	1/2	5 1/4	5/16	2 3/4	3/8	3 1/4	1/2	1 5/8	1 1/4	1	7/8	3/4
16,8	672	4 1/2	9/16	5 1/4	3/8	2 3/4	3/8	3 1/4	9/16	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8
17,1	684	4 3/4	9/16	5 1/4	3/8	2 3/4	3/8	3 1/2	9/16	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8
17,4	696	5	5/8	5 3/8	3/8	2 3/4	7/16	3 1/2	9/16	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8
17,7	708	5	5/8	5 3/8	7/16	2 3/4	7/16	3 1/2	5/8	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8
18,0	720	5	11/16	5 3/8	7/16	2 3/4	7/16	3 1/2	11/16	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8

Bemerkung. 1 hess. Fuß = 10 Zoll = 1/4 Meter. 1 hess. Zoll = 25 Millimeter. Der hess. Zoll differirt sehr wenig von dem englischen Zoll, das Verhältniß ist wie 1: 1,01.

In Fig. 236 ist noch das schmiedeiserne Dach des Retortenhauses der Gasfabrik in Mannheim dargestellt und in der Zeitschrift deutscher Ingenieure Jahrg. 1858 S. 152 durch F. Euler in nachstehender Weise beschrieben. Das Dach hat 11 Gesperre, welche je 2,4 Meter (96 hess. Zoll) von einander entfernt stehen; im Ganzen ist es 25,5 Meter (1020 Zoll) lang und 10,44 Meter (417,6 Zoll) breit. Es hat also eine bedeckte Grundfläche von 266 □Meter. Die Sparren a sind von T-Schienen gebildet, die, bevor sie sich an dem Firstpunkt kreuzen, bei a′ in Flacheisen übergehen, mit dem sie verschraubt sind. Diese Flacheisen verlängern sich über den Firstpunkt hinaus und helfen den Trägern b das Ventilationsdach tragen. Die Träger b sind bei c auf die Sparren aufgeschraubt. Die Sparren des Ventilationsdachs sind von Winkeleisen gebildet, die in der First mit einfachen, nach dem Firstwinkel gebogenen Flacheisen zusammengeschraubt sind.

Fig. 236.

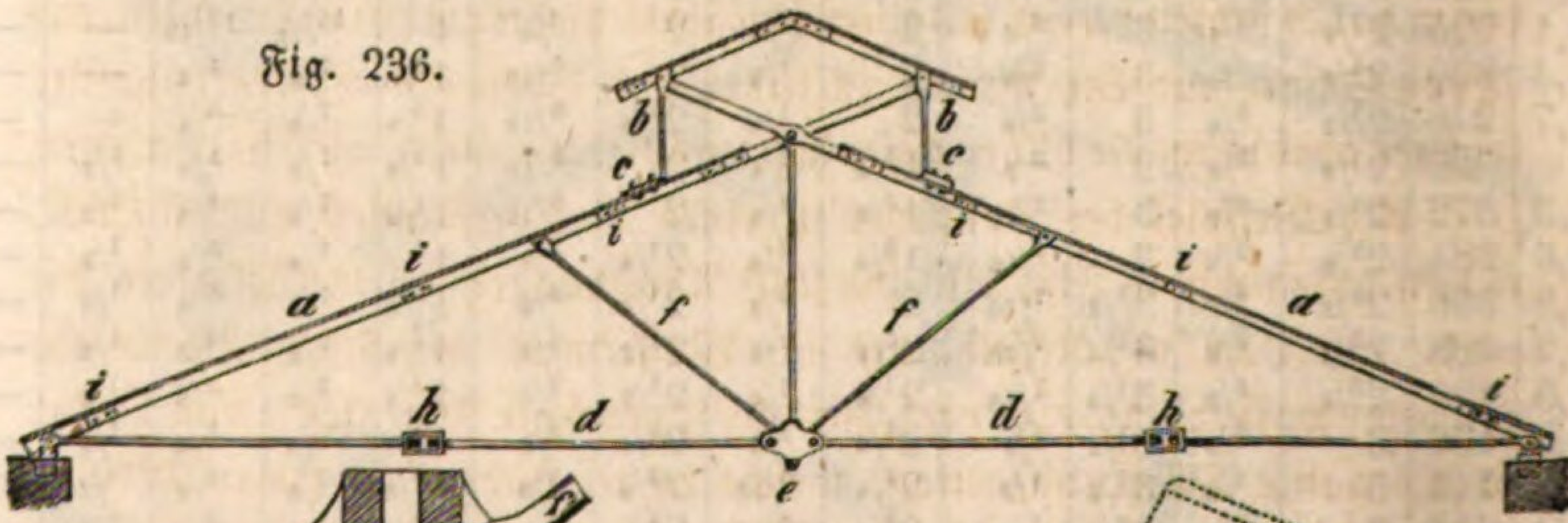


Fig.238.

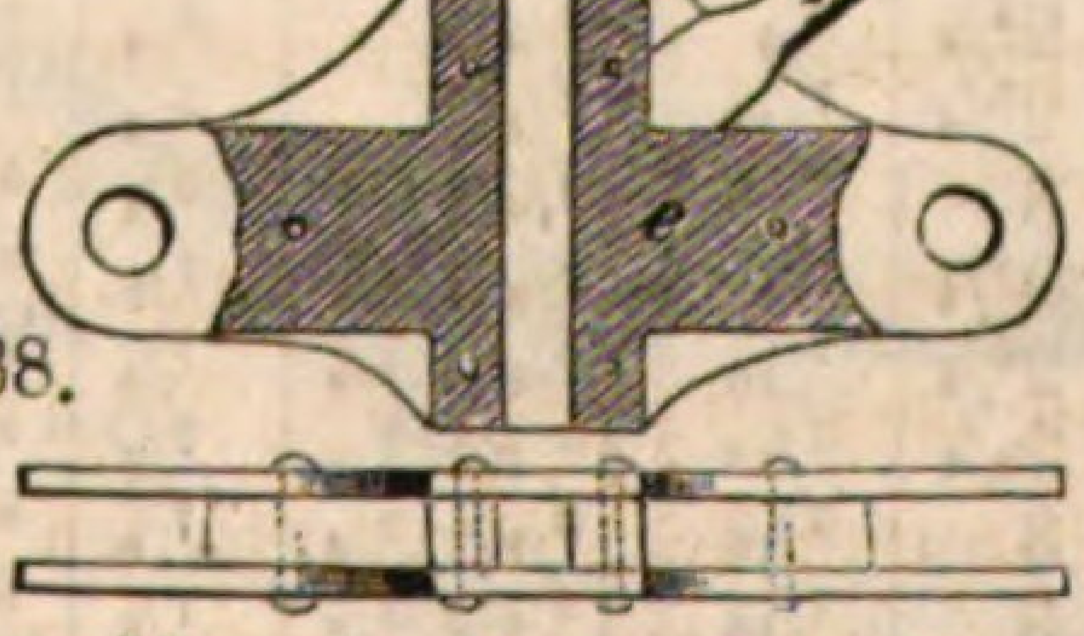
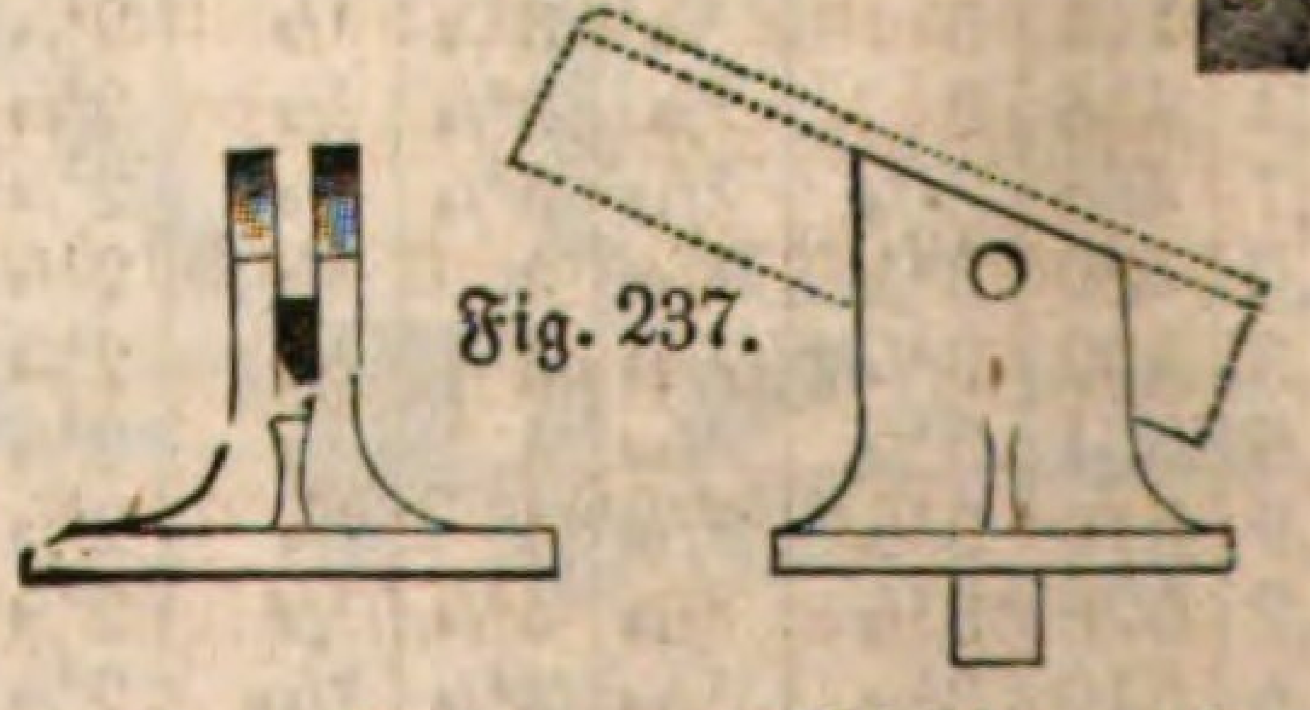


Fig. 237.



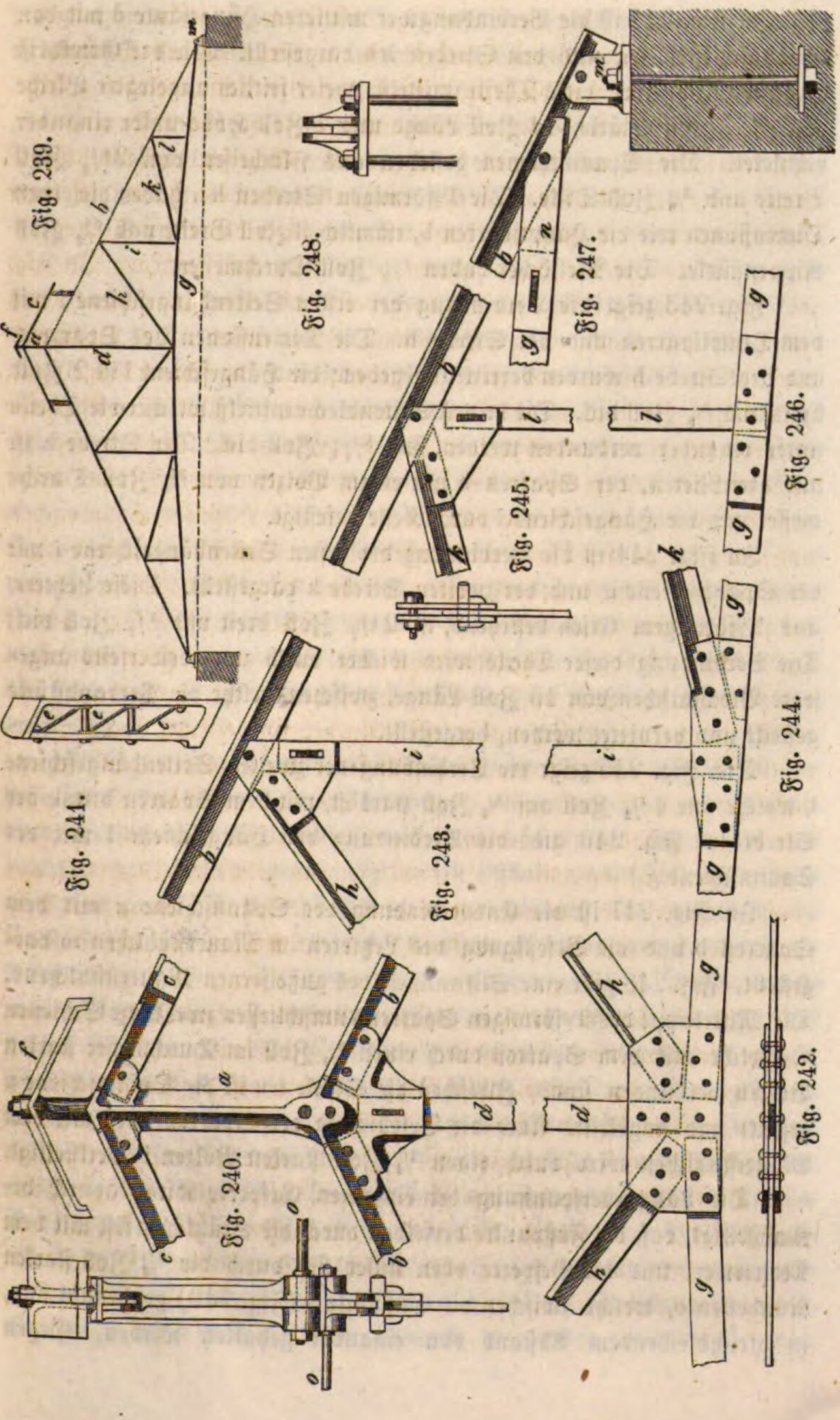
Die Sparren liegen in gußeisernen Stühlchen, die ihrerseits auf Mauerlatten aufgeschraubt sind; sie sind mit den Stühlchen durch eine Schraube verbunden, die zugleich den horizontalen Anker d mitpackt. In Fig. 237 ist ein Stühlchen in der Seiten- und Vorderansicht für sich abgebildet. Der Anker d ist senkrecht unter der First durch den Sattel e (in Fig. 238 für sich dargestellt) verbunden. Der Sattel e besteht aus 2 Blechplatten mit dazwischen genietetem gußeisernen Winkelstück e′ und wird von dem Hängeeisen g, das an der Firstschraube aufgehängt ist, getragen. Die Zuganker sind mit je 2 Spann- (Doppel-) Muttern hh versehen. Die Streben f stehen mit ihren unteren Enden stumpf in dem Winkeleisen des Sattels und sind oben mit den Sparren a verschraubt. Die Verbindung der Gesperre unter einander durch hori-

zontale Sparren (Traversen), worauf die aus Wellenblech bestehende Dachbedeckung ruht, geschieht hier durch Winkeleisen welche bei ii... zwischen die Sparren a gesetzt und mittelst Winkeln angeschraubt sind. — Die Gewichte der Constructionstheile betragen: Ein Mauerstühlchen wiegt 11 Pfd., ein Sattel 14 Pfd., der lauf Meter Sparren 23 Pfd., eine Sparrenverlängerung 23 Pfd., der lauf Meter Winkeleisen für die Traversen 6 Pfd. Im Ganzen wurden für das Dach verwendet: 1800 Pfd. Winkeleisen, 2377 Pfd. T=Schienen, 306 Pfd. Gußeisen, 2541 Pfd. Schmiedeisen zu Schrauben und Schlaudern, 5388 Pfd. Wellenblech von Nr. 20 der Lehre. Zusammen: 12412 Pfd.; wonach auf den □Meter der bedeckten Grundfläche ein Eisengewicht von 47 Pfd. kommt. Ein Gesperre wiegt, ohne Traversen und Bedeckungsblech, 522 Pfd. Das Dach ist allerdings sehr leicht (besonders in den Winkeleisen sehr schwach gehalten), indessen hat es sich seit bereits 6 Jahren bewährt. Uebrigens ist zu bedenken, daß es von Schnee und Sturm nicht zu leiden hat, indem ersterer sofort schmilzt, letzterer aber durch die höher aufgeführten Giebelmauern abgehalten wird.

Als Beispiel der Construction eines Dachverbandes aus Flacheisen geben wir in Fig. 239 bis 248 Abbildungen eines Gesperres wie solche am Dach des Kesselhauses der Wasserwerke der Stadt Berlin angewandt worden sind. In der „Zeitschrift deutscher Ingenieure von 1858" ist die ganze Dachconstruction, welche in der Fabrik des Herrn Wöhlert ausgeführt wurde, von W. Bersch beschrieben. Wir entnehmen aus dieser Mittheilung die nachstehenden Notizen und nebenstehenden Abbildungen. Die Ueberdachung der Räumlichkeiten des Kesselhauses besteht aus 4 einzelnen Dächern von je 27,8 hess. Fuß (6,95 Meter), 36,4 Fuß (9,1 Meter), 55,8 Fuß (13,95 Meter) Spannweite. Hiervon laufen zwei parallel und die anderen liegen im rechten Winkel davor. Die Dachconstruction ist bei allen Dächern die nämliche, nur sind die Dimensionen der einzelnen Theile verschieden. Das zum Dach verwendete Material besteht aus Schmied= und Walzeisen von rechteckigem und T=förmigem Querschnitt. Die einzelnen Gesperre in demselben Dache sind alle einander in den Dimensionen gleich und befinden sich in einem Abstand von 61,6 Zoll von einander. Die Fig. 239 stellt die Gesammtansicht eines Gesperres von 55,8 hess. Fuß Spannweite dar; die Figuren 240 bis 248 zeigen Details in $^1/_{16}$ der natürlichen Größe. Das Dach ist mit einem Ventilationsdach versehen. Außer dem mittleren Hängeeisen sind zu beiden Seiten noch je zwei andere Hängeeisen angeordnet. Sparren und Streben bestehen aus gewalzten T=Eisen, dagegen die Spann= und

Hängeschienen aus Flacheisen. In Fig. 240 ist die Zusammenfügung der Sparren und der mittleren Hängeschiene in der First des Daches, zu gleicher Zeit aber auch die Anschließung des Ventilationsdaches gezeigt. In das Gußstück a setzen sich nämlich unten die T-förmigen Sparren b b, die Hängeschiene d, und oben die gleichgeformten Sparren des Ventilationsdaches c c ein. Die Sparren des Ventilationsdaches werden in einer Entfernung von 58 Zoll von der First noch durch besondere Stützen getragen, welche auf die Hauptsparren b aufgeschraubt werden. In Fig. 241 ist eine solche Stütze für sich dargestellt; dieselben sind so hoch, daß das Ventilationsdach von dem Hauptdach 16 Zoll absteht. Das Deckungsmaterial ist Schiefer, und zwar ist derselbe mit kupfernen Nägeln an Winkeleisen befestigt, welche in Abständen von 10 Zoll quer über die Gesperre gelegt und befestigt sind. Die Bedeckung reicht bei dem Hauptdach von der Traufe bis zu dem Ventilationsdach und noch etwas unter dasselbe, so daß eine Breite von 90 Zoll an der First des Hauptdaches, und zwar der ganzen Länge nach, offen bleibt. Das Ventilationsdach ist ebenfalls mit Schiefer gedeckt; es kann daher frische Luft von den Seiten her in das Innere des Gebäudes dringen. Zwischen die Stützen sind je drei S-förmig gebogene Blechstreifen e (Fig. 241) eingesetzt, welche wohl den Eintritt der Luft in das Innere gestatten, aber Schlagregen und beflügelte unerbetene Gäste abhalten. An den Giebelseiten sind die Ventilationsdächer durch Blechtafeln geschlossen. Die First des Ventilationsdaches wird noch durch ein besonderes Ueberdach gegen das Eindringen von Regen geschützt. An jedem Gesperre befindet sich ein besonderer Aufsatz f (Fig. 240), der mittelst einer entsprechend geknickten Blechtafel, von einem Gesperre bis zum anderen reichend, abgedeckt ist. Wenn kein Ventilationsdach vorhanden ist, befindet sich dieser Aufsatz über der First des Hauptdaches.

Die Stärken der in Fig. 240 dargestellten Verbandstücke betragen: Breite der Rippen des Gußstücks a = 3″; Dicke der Rippen $^1/_2$″; Breite der Rippen in der Seitenansicht $2^1/_2$″. Stärke der T-förmigen Hauptsparren b: Breite der Rippen = 3″, Dicke derselben = $^1/_2$″. Stärke der Hängeschiene d: 2″ breit und $^3/_8$″ dick. Die T-förmigen Sparren c des Ventilationsdaches haben Rippen von $2^1/_2$″ Breite und $^3/_8$″ Dicke. Die Aufsätze f überdecken die First in einer Breite von 15 Zoll; sie sind nach der Länge des Dachs 6″ breit und stehen 3″ über dem Ventilationsdach.


Fig. 239.
Fig. 240.
Fig. 241.
Fig. 242.
Fig. 243.
Fig. 244.
Fig. 245.
Fig. 246.
Fig. 247.
Fig. 248.

In Fig. 242 ist die Verbindung der mittleren Hängesäule d mit den Spannschienen gg und den Streben hh dargestellt. Wie der Grundriß veranschaulicht sind diese Theile mittelst zweier seitlich angelegter Bleche von $^5/_{16}$ Zoll Stärke, 14 Zoll Länge und 7 Zoll Höhe unter einander vernietet. Die Spannschienen bestehen aus Flacheisen von $2^1/_2$ Zoll Breite und $^3/_8$ Zoll Dicke. Die T=förmigen Streben hh haben dieselben Dimensionen wie die Hauptsparren b, nämlich 3 Zoll Breite und $^1/_2$ Zoll Rippenstärke. Die Nietlöcher haben $^1/_2$ Zoll Durchmesser.

Fig. 243 zeigt die Verbindung der ersten Seitenhängeschiene i mit dem Hauptsparren und der Strebe h. Die Dimensionen des Sparrens und der Strebe h wurden bereits angegeben; die Hängeschiene i ist 2 Zoll breit und $^3/_8$ Zoll dick. Die beiden Seitenbleche mittelst welcher die Theile unter einander verbunden werden, sind $^5/_{16}$ Zoll dick. Die Strebe h ist mit drei Nieten, der Sparren b mit einem Bolzen von $^3/_4$ Zoll Durchmesser und die Hängeschiene i durch Keile befestigt.

In Fig. 244 ist die Verbindung der ersten Seitenhängeschiene i mit der Spannschiene g und der zweiten Strebe k dargestellt. Diese Letztere, aus T=förmigem Eisen bestehend, ist $2^1/_2$ Zoll breit und $^1/_2$ Zoll dick. Die Verbindung dieser Theile wird wieder durch zwei beiderseits angelegte Blechlatschen von 15 Zoll Länge, zwischen welche die Verbandstücke gesteckt und vernietet werden, hergestellt.

Die Fig. 245 zeigt die Verbindung der zweiten Seitenhängeschiene l, welche nur $1^1/_2$ Zoll auf $^3/_8$ Zoll stark ist, mit dem Sparren b und der Strebe k. Fig. 246 gibt die Verbindung der Hängeschiene l mit der Spannschiene g.

In Fig. 247 ist die Endverbindung der Spannschiene g mit dem Sparren b und die Befestigung des Letzteren im Mauerstühlchen m dargestellt. Fig. 248 gibt eine Stirnansicht des gußeisernen Mauerstühlchens. Die Mittelrippe des T=förmigen Sparrens umschließen zwei kurze Schienen n, welche mit dem Sparren durch einen $^3/_4$ Zoll im Durchmesser starken Bolzen verbunden sind. Zwischen die Stücke nn ist die Spannschiene g gesteckt und angekeilt. Auch die Befestigung des Sparrenendes mit dem Mauerstühlchen wird durch einen $^3/_4$ Zoll starken Bolzen bewerkstelligt.

Die Längenverspannung der einzelnen Gesperre wird dadurch bewerkstelligt, daß die Fußpunkte derselben durch die Stühlchen fest mit dem Mauerwerk und die Gesperre oben unter sich durch die $^3/_4$ Zoll starken Rundeisen o, welche zwischen die Gußstücke a (Fig. 240) geschraubt sind, in gleichbleibendem Abstand von einander gehalten werden. Gegen

Verschiebungen sind ferner vom Dachtraufenende bis zur First diagonale Verspannungsschienen in die Richtung der Dachflächen gelegt.

Dachverbände mit gitterförmigen Hauptgesperren finden in vielen Fällen Anwendung und sind für weite Spannweiten ganz geeignet. Die Anordnung kann in verschiedener Weise geschehen. Man kann die Gesperre durch je einen Gitterträger ersetzen, welcher sich über die ganze Spannweite des zu überdeckenden Raumes legt, und dessen obere Gurte nach den Dachflächen gebrochen ist. Die unteren Gurten der Gitter werden entweder gerade und horizontal gelegt, oder, was besser ist, nach einem flachen Kreisbogen gekrümmt, wodurch dann der Gitterträger in der Mitte nicht eine größere und unnöthige Höhe erhält als an den Auflagerenden. Zu der obern (Stemm-) und unteren (Spann-) Gurte wird T-Eisen verwendet, an dessen vertikale Rippen die Gitterstäbe angenietet oder auch angeschraubt werden. Die Gitterstäbe bilden entweder unter sich quadratische und mit den Gurten dreieckige Maschen, oder sie bilden nur, bei geringer Höhe der Gitter, Diagonalverstrebungen der beiden Gurten. Die Längenverbindungen der Gittergesperre werden entweder auch wieder durch zwischengesetzte und angeschraubte Gitter, oder durch die Traversen welche der Dachbedeckung zur Unterlage dienen, bewerkstelligt.

Wenn das Dach nicht flach sondern steiler angelegt werden soll, besteht jedes Gesperre aus zwei Gitterträger, welche gegen einander gestellt, oben zusammengeschraubt und unten durch horizontale Zugstangen mit einander verbunden werden. In vielen Fällen, namentlich bei offenen Waarenhallen, Eisenbahnhallen u. s. w. wird es sich empfehlen, die Dachflächen nicht eben, sondern in Form eines Tonnengewölbes gekrümmt anzulegen. Die beiden gegen einander gestellten Gitter, welche je ein Gesperre bilden, erhalten dann die gewünschte Krümung. Bei großen Spannweiten wird es nöthig sein, außer den Fußenden der gegenüberstehenden Gitter auch noch andere Theile derselben mit einander zu verbinden und zu stützen. Ein Beispiel der Art ist der eiserne Dachstuhl auf dem Straßburger Centralbahnhof in Paris (Försters allgem. Bauzeitung v. 1856. Taf. 2 und 3). Derselbe hat eine Spannweite von 94 Pariser Fuß. Ein Beispiel der ersten Art befindet sich z. B. über der Personenhalle des Thüringischen Bahnhofes zu Leipzig und ist durch den Obermaschienenmeister **Brandt** ausgeführt. (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1860. S. 220). Die Personenhalle überdeckt vier neben einander liegende,

17,6 Fuß, (4,4 Meter) von Mittel zu Mittel von einander entfernte Geleise; zu beiden Seiten der Halle sind 22,6 Fuß (5,65 Meter) breite, 44 Zoll über den Schienen hohe Perrons angeordnet. Die 15 Gitterbögen haben eine lichte Spannweite von 111 Fuß (27,75 Meter), liegen circa 22,6 Fuß (5,65 Meter) von einander entfernt und sind durch je 5 ebenfalls gitterartig construirte Längenverbindungen vereinigt. Die Gitterträger haben 25 Zoll Auflager, sind auf der einen Seite fest eingemauert, auf der anderen Seite in einen Schuh gesteckt, der so construirt ist, daß dem Gitter eine durch Temperaturwechsel herbeigeführte Bewegung gestattet ist. Ein Gleiches ist bei den Längenverbindungen da, wo sie in das Giebelmauerwerk eingreifen, angeordnet. Die Holzsparren, welche die Dachschalung tragen, sind auf die Längenverbindungen aufgekämmt und am Fußende in Schuhe eingesetzt, welche an den 14 Zoll weiten, 6 Zoll tiefen, von $^1/_4$ Zoll starkem Eisenblech gefertigten Rinnen angebracht sind. Die Halle erhält ihr Licht durch 56 schräge in der Neigung des Daches liegende Fenster von je 55 □Fuß (3,5 □Meter) lichter Oeffnung. Zur Verglasung ist sogenanntes Rohglas in Tafeln von 31 Zoll Breite, 63 Zoll Länge und $^3/_8$ Zoll Stärke aus der Aachener Spiegelmanufactur von St. Gobain verwendet. Die Rahmen sind von Gußeisen. Die Maschen an den Gitterbögen sind rechtwinklich auf die Gitterstäbe gemessen, 14 Zoll weit, die Gitterstäbe $^3/_8$ Zoll stark, $2^3/_8$ Zoll breit; die Winkeleisen haben $3^1/_2$ Zoll Seitenlänge und $^1/_2$ Zoll Stärke. Die Längenverbindungen stehen radial zu dem innern Kreisbogen, welcher die untere Schiene der Gitterträger (die Spanngurte) bildet. Da die Träger unten nach einem flachen Kreisbogen gekrümmt, und oben gerade sind, ist deren Höhe an den einzelnen Stellen verschieden und beträgt beziehentlich 42 Zoll (1,05 Meter) 54,5 Zoll (1,36 Meter) 90 Zoll (2,25 Meter), 54,5 Zoll und 42 Zoll, und an den Auflagen auf der Mauer 51,5 Zoll (1,29 Meter). Die Längenverbindungen haben eine Höhe von bezüglich $23^1/_2$, $16^1/_8$ und $15^1/_2$ Zoll; ihre Winkelschinen sind bei $^1/_4$ Zoll Stärke $1^1/_2$ Zoll in den Schenkeln gemessen, lang. Die Stärke der Gitterstäbe beträgt $^1/_8$ und $1^1/_2$ Zoll, die Weite der Maschen $8^1/_2$ auf $8^1/_2$ Zoll.

Allgemeine Principien zur Berechnung von aus geraden Verbandstücken zusammengesetzten Eisenconstruktionen, in Beziehung auf deren Widerstandsfähigkeit bei gegebener Belastung, lassen sich schwer aufstellen. In der bei weitem größeren Zahl von Fällen ist eine genaue Rechnung kaum ausführbar. Zieht man alle Verhältnisse, welche hierbei zu berücksichtigen

sind, in Betracht, so wird die Rechnung äußerst verwickelt. Hierzu kommt noch, daß ein und dieselbe Construktion nach abweichenden Methoden der Betrachtung und Berechnung unterworfen werden kann. Man muß sich deßhalb damit begnügen, ein Verfahren bei der Rechnung anzuwenden, das nur einen Näherungs= oder Schätzungswerth für die Widerstands=fähigkeit der einzelnen Constructionstheile liefert. Hierbei ist Folgendes zu beachten.

Die einzelnen Construktionstheile können so miteinander verbunden sein, daß aus der Verbindung selbst kein Widerstand resultirt wenn das eine oder andere Verbandstück durch irgend welche Einwirkung seine Lage und Form verändert; oder die Verbindungen sind der Art, daß durch sie einer Lage= und Formveränderung der Construktionstheile widerstrebt wird. Eine Verbindung der ersten Art, welche wir lose nennen wollen, besteht z. B. in der Verbindung von zwei oder mehreren Theilen durch einen durchgesteckten Bolzen. Der Bolzen gestattet jedem Verbandstück eine Drehung um seine Achse; hindert also diese Theile nicht, ihren ursprünglichen Winkel den sie mit einander machten, zu ändern, und widerstrebt also auch deren Einbiegung nicht. Verbindungen der zweiten Art, welche wir feste Verbindungen nennen wollen, erhält man z. B. wenn die Verbandstücke beiderseits mit Blechplatten bedeckt und durch mehrere Nieten oder Schrauben verbunden werden. Sorgfältig ausgeführte Ueberplattungen 2c. können auch zu den festen Verbindungen zählen. Bei den festen Verbindungen bleibt der Winkel unter welchem die Verbandstücke zusammentreffen, constant; eine Verbiegung des einen Theils müßte deßhalb auch eine Verbiegung der andern Theile zur Folge haben; die Spannungen und Pressungen welche ein Stück erleidet pflanzen sich sonach auf die übrigen Theile fort. Hierdurch wird die ganze Widerstandsfähigkeit der Construktion in den meisten Fällen wesentlich vermehrt, aber auch die genaue Rechnung überaus complicirt gemacht.

Zur Vereinfachung der Rechnung betrachte man daher nur die wesentlichen Construktionstheile, sehe diese Stücke starr an, betrachte alle Verbindungen als lose in dem oben angegebenen Sinne und sehe die mehrfach unterstützten Balken oder Stangen nur als einfach unterstützt an. Hiernach nimmt man für die Theile deren Widerstandsfähigkeit man untersuchen will, bestimmte Stärkeverhältnisse an und nimmt die Rechnung vor. Ergeben sich die angenommenen Stärkeabmessungen zu schwach oder zu stark, so modificirt man dieselben und wiederholt hiernach die Rechnung. Die Stärkeverhältnisse müssen so bemessen werden, daß die

Construktionstheile mindestens die vierfache Sicherheit gegen Bruch durch die permanente und möglichst große zufällige Belastung ergeben.

Eindeckung der eisernen Dächer. Man hat bis jetzt vier verschiedene Methoden für die Eindeckung eiserner Dächer angewendet. a) Schieferbedachung auf schmiedeisernen Winkellatten; b) wellenförmiges oder ebenes Eisenblech auf schmiedeisernen Latten; c) galvanisirte Gußplatten und gußeiserne Ziegeln, welche an die Sparren befestigt werden; d) ebenes Eisenblech und Blechziegeln, auf einer über das ganze Dach gelegten Holzschalung.

Bei der Schieferbedachung sind die Dachlatten von Winkeleisen, welche an dem oberen Flansch des Sparrens befestigt werden, und zwar in Abständen welche der Größe der Schieferplatten entsprechen. Die Schieferplatten werden mittelst kupferner, um das Winkeleisen gebogener Nägel an dasselbe befestigt. Die nachstehende Tabelle gibt die Dimensionen und das Gewicht des zu solchen Dachlatten zu verwendenden Winkeleisens für verschieden große Schieferplatten und für einen Abstand der einzelnen Gesperre von 60—70 Zoll ($1^1/_2$—$1^3/_4$ Meter), (Engineer's Pocket book).

Abstand der Sparren von einander.	Queens: 27″ lang. Entfernung der Latten = 12 Zoll.			Princesses and Duchesses: 24 Zoll lang. Entfernung der Latten = $10^1/_2$ Zoll.			Countesses: 20 Zoll lang. Entfernung der Latten = $8^1/_2$ Zoll.		
	Breite jeder Seite des Winkeleisens.	Dicke desselben.	Gewicht desselben pro lauf' (10″)	Breite jeder Seite des Winkeleisens.	Dicke desselben.	Gewicht desselben pro lauf' (10″)	Breite jeder Seite des Winkeleisens.	Dicke desselben.	Gewicht desselben pro lauf' (10″)
Zoll.	Zoll	Zoll.	Pfd.	Zoll.	Zoll.	Pdf.	Zoll.	Zoll.	Pfd.
60	$1^1/_4$	0,18	1,2	1,$^1/_8$	0,14	0,9	1,$^1/_8$	0,14	0,9
66	$1^1/_4$	0,18	1,2	1,$^1/_8$	0,14	0,9	1,$^1/_8$	0,14	0,9
72	$1^8/_3$	0,19	1,3	1,$^1/_4$	0,18	1,1	1,$^1/_8$	0,14	0,9
72	$1^3/_8$	0,19	1,3	1,$^1/_4$	0,18	1,1	1,$^1/_8$	0,14	0,9
84	$1^1/_2$	$^1/_4$	1,9	1,$^3/_8$	0,19	1,3	1,$^1/_4$	0,18	1,1

Bei der Eindeckung mit gußeisernen Platten erhalten dieselben eine dem Abstand der Gesperre entsprechende Breite. Die Gußplatten werden dann auf die Sparren entweder mittelst Schraube und Mutter, oder mit Schrauben allein befestigt. Die Fugen in der Richtung der Neigung des Daches überdeckt man durch gußeiserne, im Querschnitt nahezu halbkreisförmige Stücke, welche mittelst galvanisirter Schrauben an die Eisenplatten befestigt werden. Auf diese Weise sind das Parlaments- und mehrere dazu gehörige Gebäude in London gedeckt; die Entfernung der

einzelnen Gesperre von einander beträgt hier 30 Zoll. Bei einigen provisorischen Gebäuden, welche auf dem Bauplatz des Louvre in Paris errichtet wurden, hat man zur Dachdeckung gußeiserne Ziegel angewendet, die eine solche Form hatten, daß sie sich leicht in einander überdecken ließen, nicht schwerer waren wie gewöhnliche Ziegel und der Feuchtigkeit das Eindringen vollkommen verwehrten.

Legt man über die Sparren eine Holzbedeckung von circa 1 $^1/_2$ Zoll Stärke und befestigt auf dieselbe entweder ebenes oder gewelltes Eisenblech, so erhält man ein Dach, das zwar kostspieliger ist, aber den Vortheil besitzt, die oberen Räume kühler zu erhalten, während bei einem Eisen- oder Schieferdach ohne Verschaalung die Hitze unter demselben bei Sonnenschein bis ins Unerträgliche sich steigert.

Nachstehende Angaben werden über das Gewicht der oben bemerkten vier verschiedenen Eindeckungsarten gemacht.

1. Bei Schieferbedachung. Für 100 hess. □Fuß: Schiefer (Queens) = 512,7 Pfd., Winkeleisen = 117,8 Pfd. zusammen 630,5 Pfd.; oder pro □Meter 50,4 Kilogramm.

2. Bei Bedeckung mit ebenem Eisenblech. Für 100 hess. □Fuß: Blech Nr. 16 der Blechlehre = 183,2 Pfd., Winkeleisen = 117,8 Pfd., zusammen 301 Pfd.; oder pro □Meter 24,1 Kilogramm.

3. Bei Bedeckung mittelst Wellenblech. Für 100 hess. □Fuß: Blech = 205,1 Pfd., Winkeleisen = 58,6 Pfd.; zusammen 263,7 Pfd.; oder pro □Meter = 21,1 Kilogramm.

4. Bei Bedeckung mittelst gußeiserner Platten, etwa $^3/_8$ Zoll dick. Für 100 hess. □Fuß = 931 Pfd.; oder pro □Meter = 74 Kilogramm.

5. Bei Bedeckung mittelst Holzschaalung und Eisenblech. Für 100 hess. □Fuß: Schaalung, 1 $^1/_2$ Zoll dick = 305,3 Pfd., ebenes Eisenblech Nr. 20 der Lehre = 96,4 Pfd., zusammen 401,7 Pfd.; oder pro □Meter = 32,1 Kilogramm.

In Fig. 249 u. 250 ist eine Eindeckungsweise mit Wellenblech scizzirt. Die Federn a jeder oberen Blechreihe greifen unter die auf den Traversen b aufgenieteten Bleche der unteren Reihe. Diese Deckungsweise ist jedoch umständlich wegen des Bohrens der vielen Nietlöcher in den Traversen. F. Euler gibt an, er habe bei späteren Ausführungen die in Fig. 252 scizzirte Eindeckungsweise mit Wellenblech angewendet. Hier greift die unterste

Blechreihe an ihrem unteren Auflager mit Federn unter die Traverse, an ihrem oberen Ende liegt sie lose auf der Traverse auf und schneidet mit ihr ab. Die nächste Reihe greift dann mit ihren Federn wieder am unteren Ende unter die Traverse und preßt so das obere Ende der unteren Reihe fest auf die Traverse auf; mit ihrem oberen Ende liegt sie frei auf und wird von der nächsten Reihe wieder festgehalten u. s. w. An der First kann man die oberste Blechreihe festnieten oder sie durch das Firstblech, das man nur hinlänglich stark macht, festhalten oder niederdrücken.

In Fig. 252 ist eine Eindeckungsweise mit Schiefern abgebildet. a sind die Sparrenschienen, b die darauf ruhenden Traversen. Auf dieselben werden, wie die Abbildung zeigt, die Schiefer gelegt und mittelst der kupfernen Nägel c, deren untere Enden um die Traverserippen herumgebogen werden, festgenietet. Die Traversen liegen 10 Zoll von einander entfernt und die Schiefer sind 16 Zoll lang.

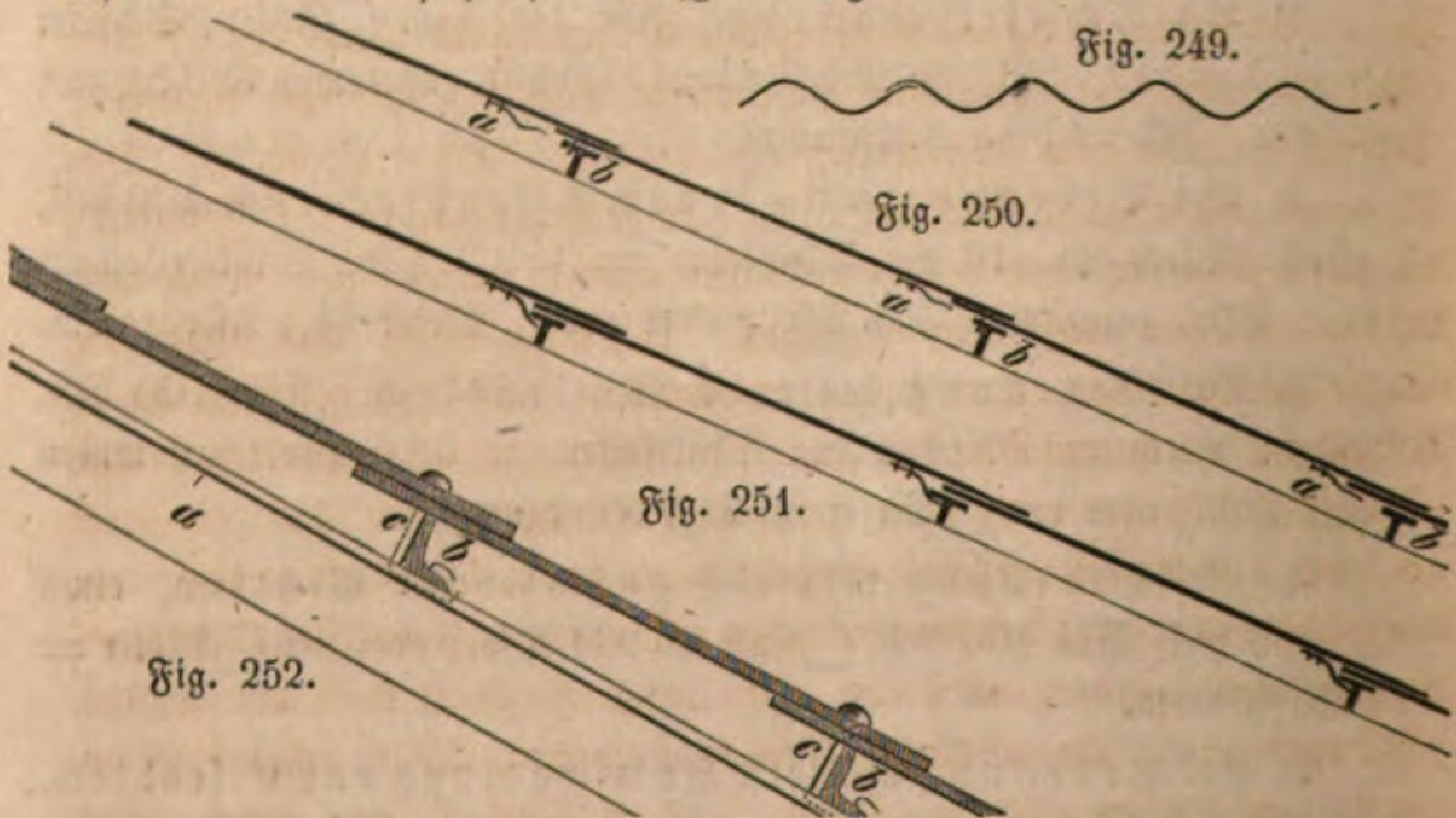


Fig. 249.

Fig. 250.

Fig. 251.

Fig. 252.

Bei der von **Rabatel** angegebenen Deckungsart, welche in Paris angewendet worden ist, wird verzinktes, noch mit einem Bleiüberzug versehenes Eisenblech verwandt. Das Blech wird in rautenförmige Tafeln geschnitten, deren große Achse etwa 21 Zoll und die kleine Achse 17 Zoll mißt. Die vier Seiten der Raute werden so umgebogen, daß sie übereinander greifen, so daß jede Raute an ihren vier Enden tüchtig befestigt werden kann. Nach der Länge der großen Achse läuft eine vertiefte Rinne hinab, um den Abfluß des Wassers zu erleichtern, und an dem oberen Punkt der Raute endigt sich diese Rinne mit einem vorspringenden von unten herausgetriebenen Theil, welcher das Wasser aufhält, wenn es durch

den Wind vielleicht bis dahin zurückgetrieben würde. Jede Raute wird mit einem Nagel an ihrer Spitze an das Lattenwerk befestigt, wodurch die einzelnen Tafeln sich ungehindert ausdehnen und zusammenziehen können. Die Solidität der Arbeit besteht hauptsächlich in den Ueberfalzungen, durch welche alle Theile eines Daches zu einem festen Ganzen verbunden werden. Der Quadratmeter (16 hess. Quadratfuß) wiegt 7—8 Zollpfund; das Gewicht des Schiefers für dieselbe Fläche beträgt 34—40 Pfd. Der Quadratmeter (16 Quadratfuß) dieser Bedachung kostet 2 fl. 20 kr.

Anstriche von Eisenwerk, zum Schutz gegen Rost. Es ist hier am Ort, auch einige Worte über diesen Gegenstand zu sagen. Bekannt ist, daß das Eisen unter dem Einfluß feuchter Luft sich bald an seiner Oberfläche verändert, Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und sich mit einer Oxydschichte überzieht. Diese Oxydschichte, anfangs dünn, wird immer stärker und stärker, indem die Oxydation immer mehr und mehr nach dem Innern des Eisens vorschreitet. Im gemeinen Leben bezeichnet man diesen Vorgang mit dem Ausdruck: Das Eisen wird vom Rost zerfressen; oder, der Rost frist um sich. Der Eisenrost (die Oxydschichte) hat einen sehr geringen Grad von Festigkeit; die guten Eigenschaften des metallischen Eisens werden also durch das Rosten desselben wesentlich vernichtet. Es muß daher das Bestreben darauf gerichtet sein, das Rosten zu verhüten, und dies geschieht durch Abhaltung der sauerstoffreichen atmosphärischen Luft von dem Eisen. Um die Luft abzuhalten reibt man kleinere Gegenstände mit Oel oder Fett ein, oder versieht bei größeren Gegenständen deren Oberflächen mit fetten Anstrichen, oder man bekleidet dieselben mit einem anderen Metall welches weniger leicht oxydirt als Eisen. Zu letzterem Zweck wird am meisten Zink verwendet. Das verzinkte Eisen (galvanisirte Eisen) rostet selbst an den kleinen Stellen nicht, wo es von Zink entblößt ist, weil durch einen elektrischen Zustand in welchem sich Eisen und Zink befinden, die Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff sehr gemindert ist. Das galvanisirte Eisen findet im Bauwesen, vorzugsweise in Form von Blechen, für Dachbedeckungen, Röhren 2c. Anwendung. Auch werden eiserne Klammern, Bolzen, Anker 2c., welche feuchter Luft ausgesetzt oder unter Wasser verwendet werden, verzinkt. Zum Schutz größerer Eisenconstruktionen, bei welchen das Eisen in verschiedenen Formen und großen Dimensionen angewendet wird, bedient man sich vorzugsweise fetter Oel- oder auch Theer- und Asphaltanstriche.

Bei allen Oelanstrichen auf Eisen ging man seither von der Ansicht

aus, daß der erste Anstrich ein Metalloxyd enthalten solle, welches sich mit dem Eisen verbindet, und daß die darauffolgenden Anstriche dann mit den verlangten Farben, grün, braun, schwarz ꝛc. zu geben seien. Man wandte daher gewöhnlich für den ersten Anstrich auf das gehörig von Oxyd gereinigte Eisen den rothen Blei-Mennig an. — Die Anstriche der großen eisernen Britannia-Brücke wurden in folgender Weise gegeben. (Försters Allg. Bauz. 1855, S. 240.) Nachdem mit eisernen Instrumenten, Kratzbürsten u. s. w. die Oberfläche des Eisens vollständig vom Rost gereinigt und die Fugen der Rietköpfe mit Mennig und Bleiweißkitt gehörig verkittet worden, wurde das Eisen viermal hintereinander angestrichen, nachdem jeder Anstrich vollkommen getrocknet war. Zu dem Anstrich nahm man die Bestandtheile in folgenden Verhältnissen. Auf 560 Pfd. reines Bleiweiß ohne Beimischung von Schwerspath, wurden 133 Pfd. rohes Leinöl und 18 bis 36 Pfd. gekochtes Leinöl ohne Bleiglätte genommen. Nach der Mischung wurden 18 Pfd. Terpentinöl hinzugesetzt. Der vierte Anstrich wurde, wenn er noch frisch war, mit einer Streusandbüchse mit weißem Sande bestreut, dem man etwas Berlinerblau und Umbra hinzugesetzt hatte. Dieser Firniß sollte 5 Jahre dauern, worauf man ihn wieder erneuern sollte. Der Boden, die Decke und alle nicht sichtbaren Theile wurden mit einem Theeranstrich versehen, der aus 8 Pfd. Gastheer, 1 Pfd. Terpentinspiritus, 2 Pfd. gebranntem Kalkpulver bestand, womit man zwei- bis dreimal anstrich und das letztemal einen Sandbewurf darüber brachte.

Als Anstrich für Blechdächer wurde empfohlen: Nachdem der Rost durch Kratzbürsten ꝛc. so viel als möglich beseitigt ist, wird das Dach mit einer starken Natronlösung abgewaschen und so lange stehen gelassen, bis ein starker Regen gefallen ist; hierauf wird ein Ueberzug von einem Venetianerroth gegeben, welches mit $^1/_3$ bis $^2/_3$ Leinölfirniß versetzt wurde. Der zweite Anstrich enthält dann jene Farbe, die man dem Dache geben will. Die Natronlösung soll hierbei den Rost ablösen, welcher nach dem Abkratzen noch zurückgeblieben ist, und die fette Beschaffenheit, die von den Löthstellen herstammt, auflösen.

In neuerer Zeit hat Robert Lamont darauf aufmerksam gemacht, daß ein Anstrich von Mennig auf Eisen, und überhaupt jeder Anstrich, welcher Blei enthält, dem Eisen schädlich ist. Nathan Mercer bestätigt diese Angabe hinsichtlich der Anstriche für eiserne Schiffe, indem er bei Untersuchung eines eisernen Schiffes, dessen Bekleidung vor seiner letzten Fahrt nach Calcutta mit einem Menniganstrich überzogen wurde,

fand, daß das Eisen bis zu bedeutender Tiefe zerfressen war. Bei näherer Betrachtung ergab sich, daß auf dem Ueberzug viele Blasen vorhanden waren, aus denen, wenn man sie öffnete, eine Flüssigkeit herauskam, wobei zugleich das Eisen blosgelegt wurde, an dessen Oberfläche dann kleine Krystalle von metallischem Blei sichtbar waren. Es scheint also, daß aus der Mennige das Blei durch das Eisen reducirt wird und dann mit dem Eisen gewissermaßen lauter kleine galvanische Ketten bildet, unter deren Einfluß die rasche Oxydation des Eisens erfolgt. Mercer ist daher auch der Ansicht, daß jeder bleihaltige Anstrich auf Eisen zu vermeiden sei; es sei denn, daß man den ersten Anstrich mit irgend einer Substanz gibt, welche die Einwirkung des Eisens auf die darauffolgenden bleihaltigen Anstriche verhindert.

Die vorstehend beschriebenen Uebelstände der Anstriche mit Blei-Mennigen zu beseitigen, wurde empfohlen, sogenannten Eisen-Mennig für solche Anstriche zu verwenden. Der Eisen-Mennig (Eisenminium) ist im Wesentlichen reines Eisenoxyd, Colcothar, und verhindert, wie die Erfahrung beweist, die Zerstörung des Eisens wesentlich. Er hat einen niedrigen Preis, und es steht seiner Anwendung somit kein Hinderniß entgegen.

In neuerer Zeit wird unter dem Namen „Diamantfarbe" eine neue Anstrichfarbe für Eisen in den Handel gebracht, welche nach den vorliegenden Zeugnissen sich sehr gut bewähren soll. Die hierorts gemachten Proben sind noch zu neu, als daß sich ein bestimmtes Urtheil über den Werth dieser Farbe abgeben ließe.

Anhang.

Zur leichteren Verständniß der im „Bauschlosser" angegebenen Maaße und Gewichte bemerken wir Folgendes:

Ueberall wo Gewichte angegebensind, wurdedas Zollpfund ($^1/_2$ Kilogramm) als Maaßeinheit gewählt.

Die Dimensionen wurden in Großh. Hess. Fußen und Zollen, sowie im französischem Metermaaß ausgedrückt.

1 Hess. Fuß = 10 Zoll = $^1/_4$ Meter = 25 Centimeter.

1 Hess. Zoll = 25 Millimeter, (und nahezu gleich dem englischen Zoll, zu welchem er in dem Verhältniß steht, wie 1 : 1,01).

Die Längen-, Flächen- und Cubikmaaße einiger anderer Länder stehen zu dem Meter- und Großh. Hess. Maaß in nachstehenden Verhältnissen:

A. Längenmaasse.

Gr. Hess. Fuß.	Engl. Fuß.	Rheinl. Fuß.	Wiener Fuß.	Bad., Schweiz. und Nassauer Fuß.	Meter.
1	0,820	0,796	0,790	0,833	0,250
1,219	1	0,971	0,964	0,984	0,305
1,255	1,030	1	0,993	0,956	0,314
1,264	1,037	1,007	1	0,949	0,316
1,200	1,016	1,046	1,054	1	0,300
4,000	3,281	3,186	3,163	3,333	1

B. Flächenmaasse.

Gr. Hess. Quadratfuß.	Englischer Quadratfuß.	Rheinl. Quadratfuß.	Wiener Quadratfuß.	Bad., Schweiz. und Nassauer Quadratfuß.	Meter.
1	0,672	0,634	0,625	0,694	0,0625
1,486	1	0,943	0,930	0,968	0,093
1,576	1,060	1	0,986	0,914	0,098
1,598	1,076	1,014	1	0,896	0,100
1,440	1,032	1,094	1,111	1	0,090
16,000	10,764	10,152	10,007	11,111	1

C. Körpermaasse.

Gr. Hess. Kubikfuß.	Englischer Kubikfuß.	Rheinl. Kubikfuß.	Wiener Kubikfuß.	Bad., Schweiz und Nassauer Kubikfuß.	Meter.
1	0,551	0.505	0,494	0,578	0,0156
1,812	1	0,916	0,896	0,9527	0,028
1,978	1,092	1	0,979	0,894	0,031
2,020	1,115	1,022	1	0,855	0,032
1,728	1,048	1,114	1,117	1	0,027
64,000	35,317	32,346	31,659	37,03	1